Ing. Jerko Alačević

GRAĐENJE ŽELJEZNICA

ZAGREB
1950

GRAĐENJE ŽELJEZNICA

Napisao:
Ing. JERKO ALAČEVIĆ
Profesor Tehničkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu u p.

ZAGREB
NAKLADNI ZAVOD HRVATSKE
1950

PREDGOVOR

Veliki nam tehnički radovi predstoje da obnovimo porušeno, ispravimo stare pogreške i gradimo novo, e da olakšamo život novim generacijama. U tome će nam pomoći n a u k a *i* t e h n i k a.

Jedan od najprečih zadataka je da usavršimo postojeća i gradimo nova saobraćajna sredstva: ceste, željeznice i kanale, koji će jedni druge udopunjavati, a ne da međusobno konkurišu kao pod kapitalističkim sistemom. Moramo usavršiti pogon na njima, da pojeftinimo, olakšamo i ubrzamo prijevoz ljudi i robe, da uz što manji utrošak energije i gubitak vremena, učinak bude što veći. Vrijeme izgubljeno kod prijevoza, oduzeto je narodnoj privredi.

U najužoj vezi sa izgradnjom komunikacija je uređenje naših rijeka. Moramo da obuzdamo njihovu razornu moć, da ih na njihovim izvorima i tokovima zahvatimo, usmjerimo i iskoristimo. Na ovaj ćemo način pravilno riješiti i pitanje elektrifikacije, industrijalizacije i natapanja zemlje, kao i plovnost naših rijeka.

Za izvedenje ovakvih radova, potrebne su nam snimke terena, izrada projekata i obilježavanje na terenu naumljenih radova, što je uglavnom sadržaj ove I. knjige.

Povijest građenja željeznica a osobito naših, sada kada se navršava 100 godina od otvorenja prve naše željeznice i nakon potpuno samostalno izgrađenih Omladinskih pruga, pruža nam obilan materijal ove vrste. Ali ako bismo pokušali da ga prikažemo odvojeno od temelja na kojima stoji, tada bismo vidjeli samo jednu veliku površinu. Njegova dragocjena suština ostala bi nam i dalje u velikoj mjeri nepoznata.

Da se ovi mnogi i veliki radovi pravilno, korisno i brzo provedu, potreban nam je veliki broj vrsnih inženjera i tehničara oboružanih solidnim znanjem i dobrom praksom, jer što jedan um zasnuje, hiljade ruku izvršava.

U želji da doprinesem svoj skromni udio u izgradnji naše zemlje, poharane i uništene od neprijatelja, odlučio sam da napišem ovu knjigu. Kao što sam radio za mog djelovanja kao profesor za građenje željeznica na tehn. fakultetu u Zagrebu i iznio u škriptima, koja je po mojim predavanjima izdalo udruženje slušača tog fakulteta, i koristeć se literaturom na našem jeziku, u prvom redu knjigama Građenje željeznica I, II, III i IV od uvaženog našeg stručnjaka prof. ing. K. Savića, Historija građenja

željeznica kod nas od ing. P. Milenkovića i drugih, uz pomoć literature na stranim jezicima, do koje sam u ovo poratno vrijeme uz velike teškoće mogao da dođem, nastojat ću da i ovom mojom I. knjigom mladim drugovima inženjerima i tehničarima olakšam rad. Uglavnom iznosim ono što mora da zna svaki od njih, da uzmogne izvršiti povjereni mu zadatak. Ukoliko u nečem nisam uspio, molim svakoga koji naiđe na nedostatke, da me na te upozori.

L. N. Tolstoj je kazao: »Nije toliko važno znati da je zemlja okrugla, koliko je važno da se zna kako je čovjek do toga došao«. Zato sam smatrao potrebnim da prikažem i borbu za savlađivanje protivljenja prirode, materijala i t r a d i c i j a.

Držeći se ovih smjernica smatrao sam potrebnim da u svojoj knjizi prikažem kako su se takvi radovi dosád kod nas izvodili i teškoće najraznovrsnije prirode na koje se nailazilo, dok se bilo što korisna postiglo. Nastojao sam da iznesem i načine iz prakse, kako se razni radovi mogu da izvode na lak, brz i jeftin način. Osim toga nastojao sam da upoznam mlađe drugove koliko je važan položaj Balkana i naše zemlje za odvijanje domaćeg i međunarodnog saobraćaja. Iznio sam uslove i prilike pod kojima i kojim redom su od tuđina, dok je nama vladao, sagrađene naše glavne željeznice, bez obzira na naše potrebe, i kako je izgledala »tuđa prijateljska pomoć« pri njihovom građenju. Također sam prikazao kako su sagrađene neke važne svjetske željeznice, sa svrhom da omoguće lokalni i svjetski tranzitni saobraćaj preko zemalja i kontinenata, i kako su nakon njihove izgradnje mnogi prostrani, dotad pusti i neprohodni predjeli postali pristupačni, bogati i kulturni.

Izgradimo li i mi povoljne saobraćajne putove kroz našu zemlju, imat ćemo od toga goleme koristi od uštede na vremenu vožnje, od manjeg kvara na robi i na vozilima, i mi sami ćemo iskoristiti naš nadasve povoljan geografski položaj na evropskom kontinentu. Ne smiju da nas plaše tehničke teškoće koje nam suprotstavlja priroda, niti druge koje nam se sada prave. Tehnička znanost, istina i razbor moraju da prevladaju.

Ovom prilikom želim da zahvalim svim drugovima profesorima i studentima, a i svima drugima koji su mi pomogli pri savladavanju teškoća kod sastava i štampanja ove knjige.

U Zagrebu 1949. god.

Ing. JERKO ALAČEVIĆ
prof. tehn. fakulteta u p.

SADRŽAJ

SEGMENTUM V

5. IV. | V. 1. | 2. | 3. | 4. | 5. V. | VI. 1.

Sl. 1. Castoriusova karta svijeta nazvana Peutingerova karta po originalu od segmenta IV/5 do VI/1

I. RIMSKE CESTE

Postanak i razvoj putova tekao je uporedo sa kulturnim razvitkom čovjeka. Što su narodi postajali kulturno napredniji, to su više osjećali potrebu za izmjenom misli i dobara. Oni su nastojali da tu izmjenu olakšaju, da utrošak rada bude što manji. Gradili su se putovi. Od običnih nogostupa nastali su kolovozi, ali su na njima, osobito za kišnog ili suhog vremena, upadali točkovi u blato ili u prašinu, što je otežavalo saobraćaj. Gradili su se putovi sa utrtim kolovozom, time su smanjeni otpori pri teglenju, i prevozio se veći teret uz manji utrošak vučne snage.

Već stari narodi gradili su takve putove. Nalazimo ih kod Kineza, Babilonaca, Asiraca, Perzijanaca, Egipćana, Rimljana i dr.

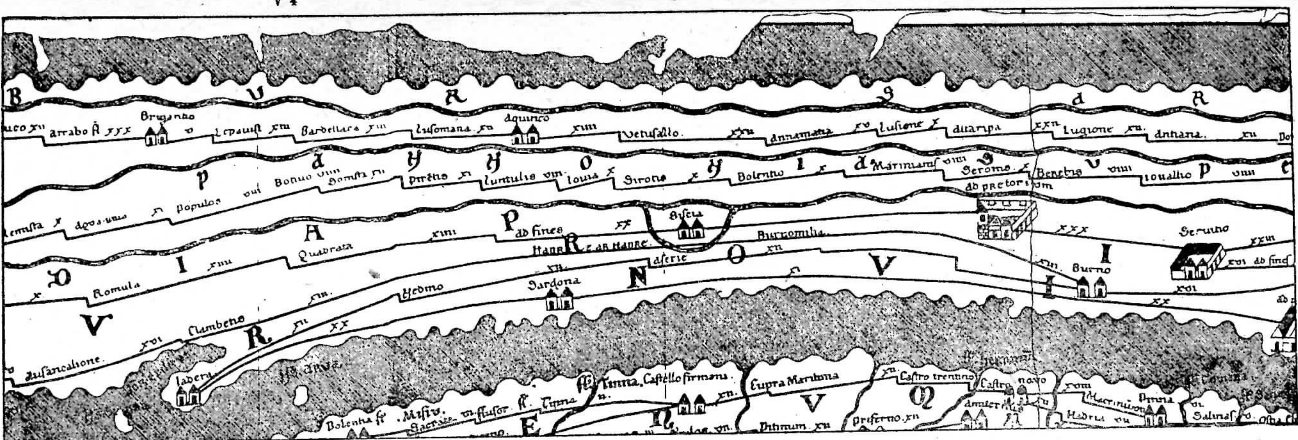
Prema Borgieru Rimljani su sagradili oko 75.000 km putova, a po Konrad Milleru i do 100.000 km ili 68.651 rimsku milju, a ti su putovi uneseni u Peutingerovu tablu.

U našim su krajevima prve putove gradili Rimljani. Oni su imali i karte (nacrte), koje su prikazivale ceste, mjesta i udaljenosti među njima, a imali su i putokaze (Itineraria), u kojima su označeni pravci cesta i putova, udaljenosti mjesta među sobom, stajališta, prenoćišta i t. d., prema kojima su se putnici ravnali.

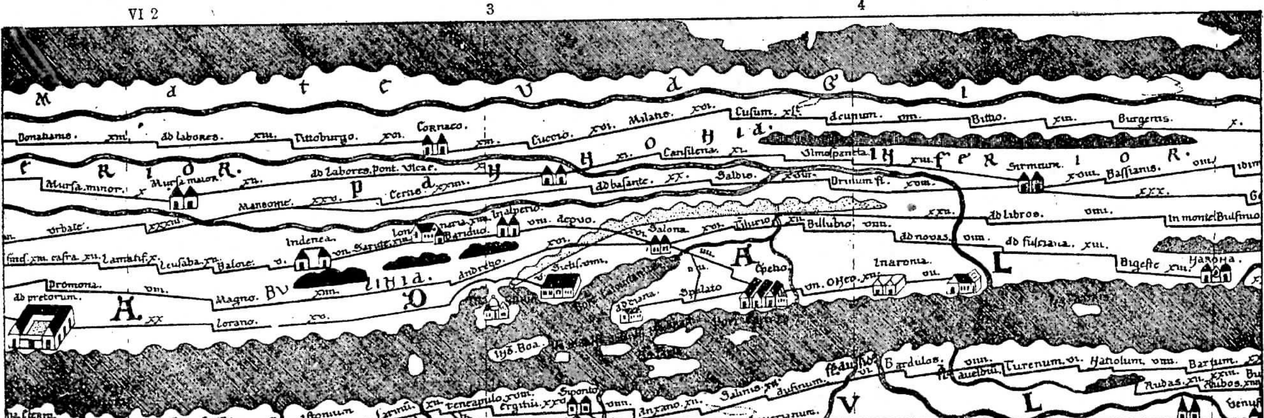
Najstarija takova cestovna i putna karta, koja je sačuvana, jest Peutingerova tabla prikazana prema originalu, ali u jednoj boji na sl. 1.

Već je Julij Cezar naredio izmjeru cijelog carstva, ali je ona provedena tek za Augusta od Vipsaniusa Agripe, a unesena je u jednu kartu Rimskog carstva. Ova je karta bila pohranjena u državnom arhivu. U nju su se redovito unosile sve promjene nastale tokom vremena, svi gradovi, putovi, osvajanja i sl. Time je kroz stoljeća ta karta postala pretrpana i nejasna — uvukle su se u nju griješke — pak se morala napraviti nova, po prilici oko 230. godine n. e. (Po K. Milleru 365./6. godine n. e.). Od ovog drugog izdanja (kopije) napravljena je koncem XII. ili u XIII. stoljeću nova kopija, ali budući da je to bila kopija kopije, uvukle su se u nju mnoge netočnosti. Ta je znamenita Peutingerova tabla, koje je jedan dio sa našim krajevima od Akvileje (Kvarnera) prema sjeveru sa Panonijom do Knina (Burno) i od Siska (Siscia) do Carigrada prikazan na slikama 2. a) do f).

Napravljene su mnoge kopije Peutingerove table, a najbolja je ona pariška oko g. 1875. Karta počinje od zapadne obale Portugala, a prostire se na istoku preko Kavkaza i Eufrata do Gangesa, na sjeveru do preko

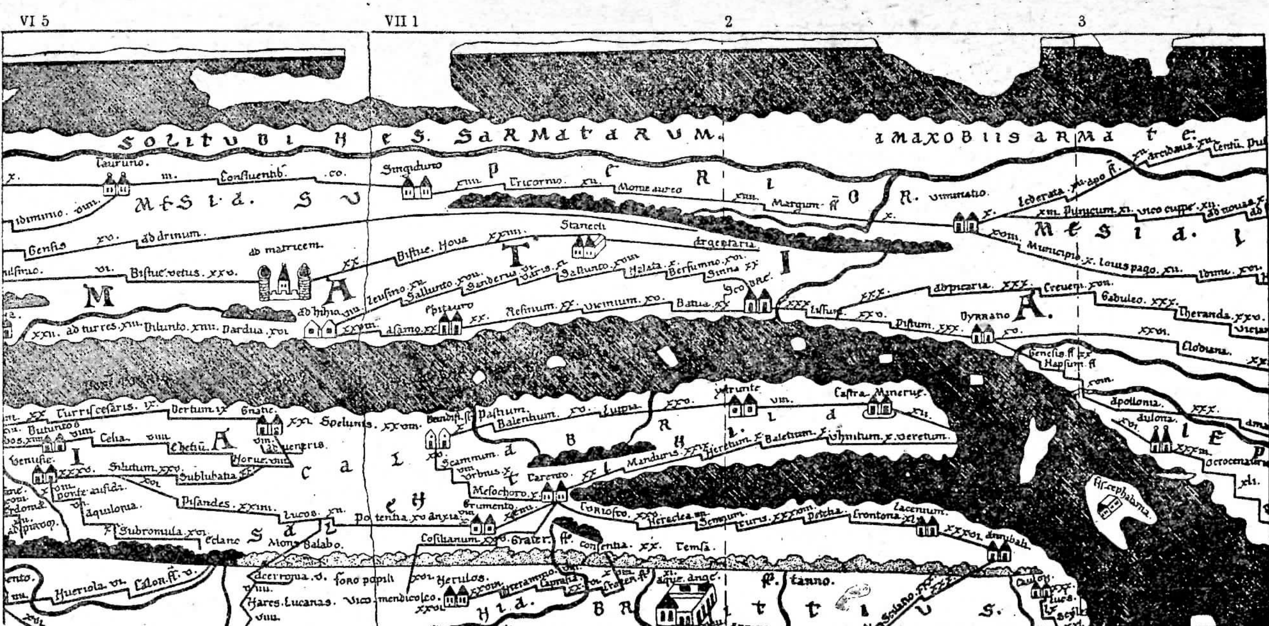


Sl. 2a. Castoriusova karta svijeta nazvana Peutingerova karta po originalu od segmenta V/4 do VI/1

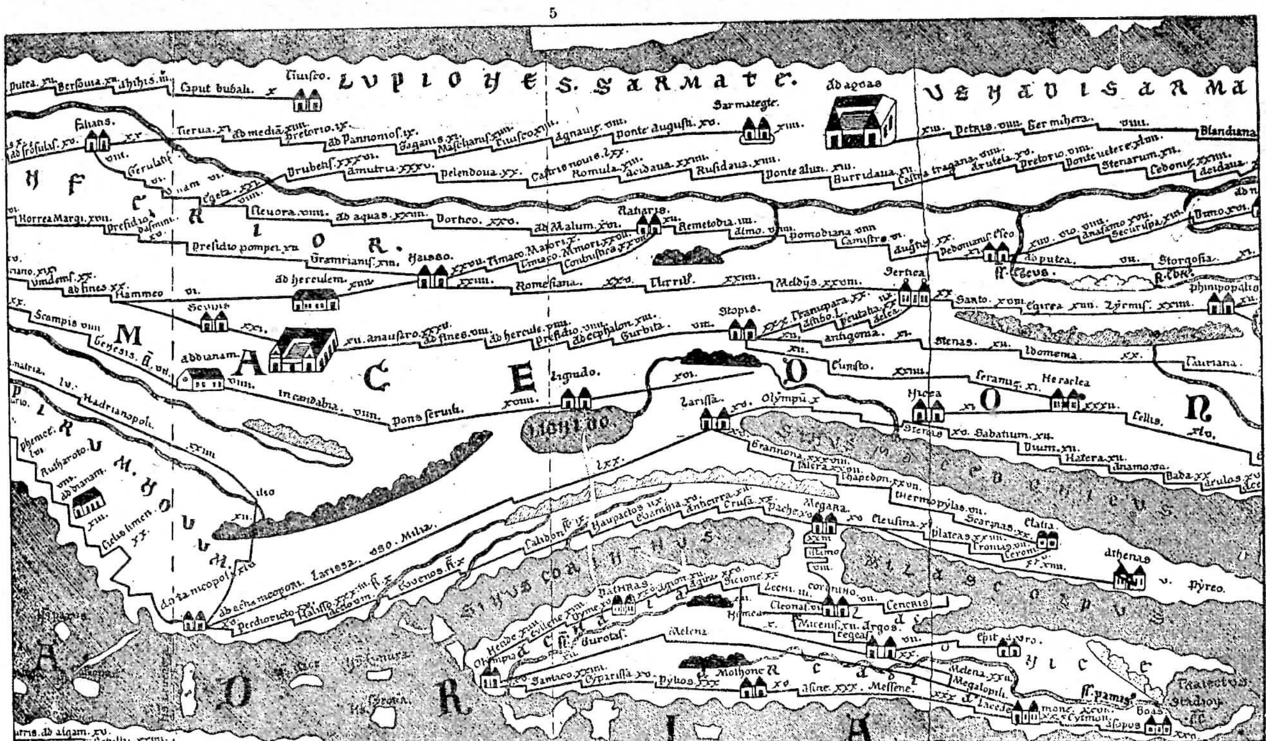


116.

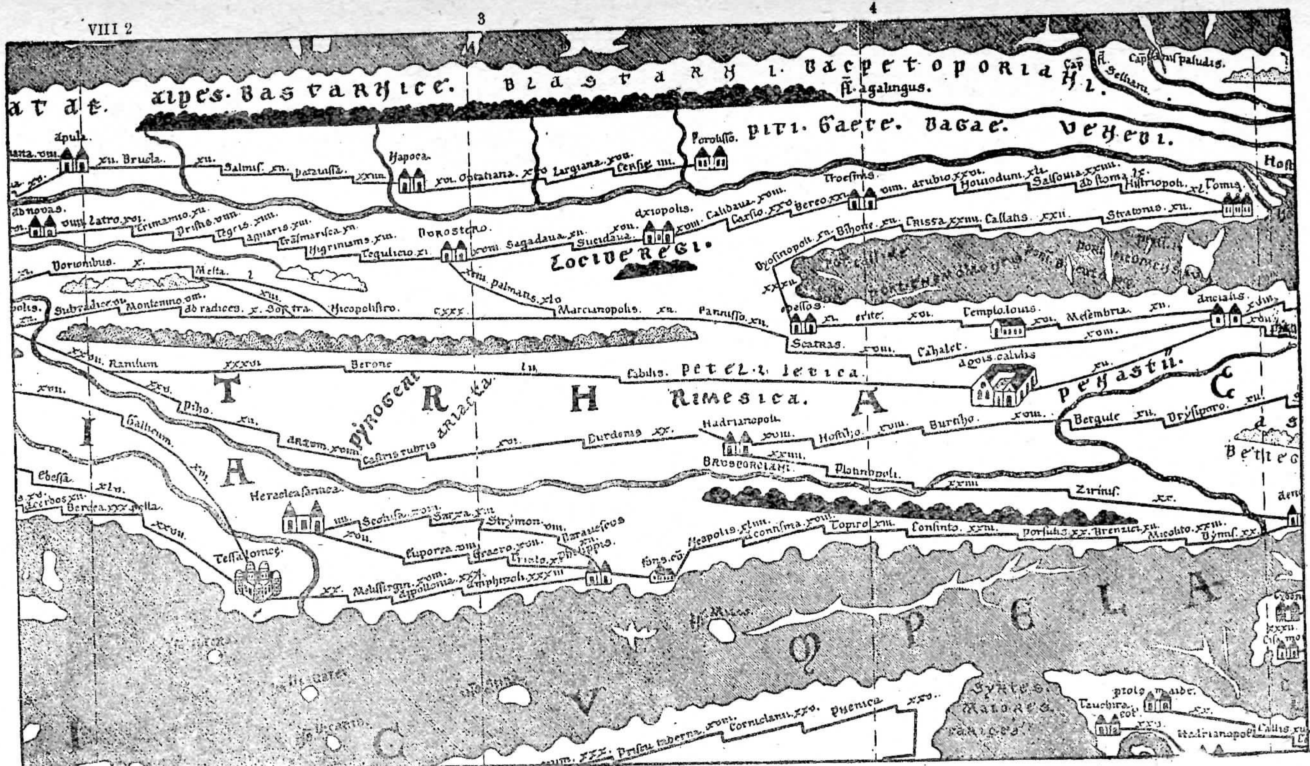
Sl. 2b. Castoriusova karta svijeta nazvana Peutingerova karta po originalu od segmenta VI/2 do VI/5



Sl. 2c. Castoriusova karta svijeta nazvana Peutingerova karta po originalu od segmenta VI/5 do VII/3

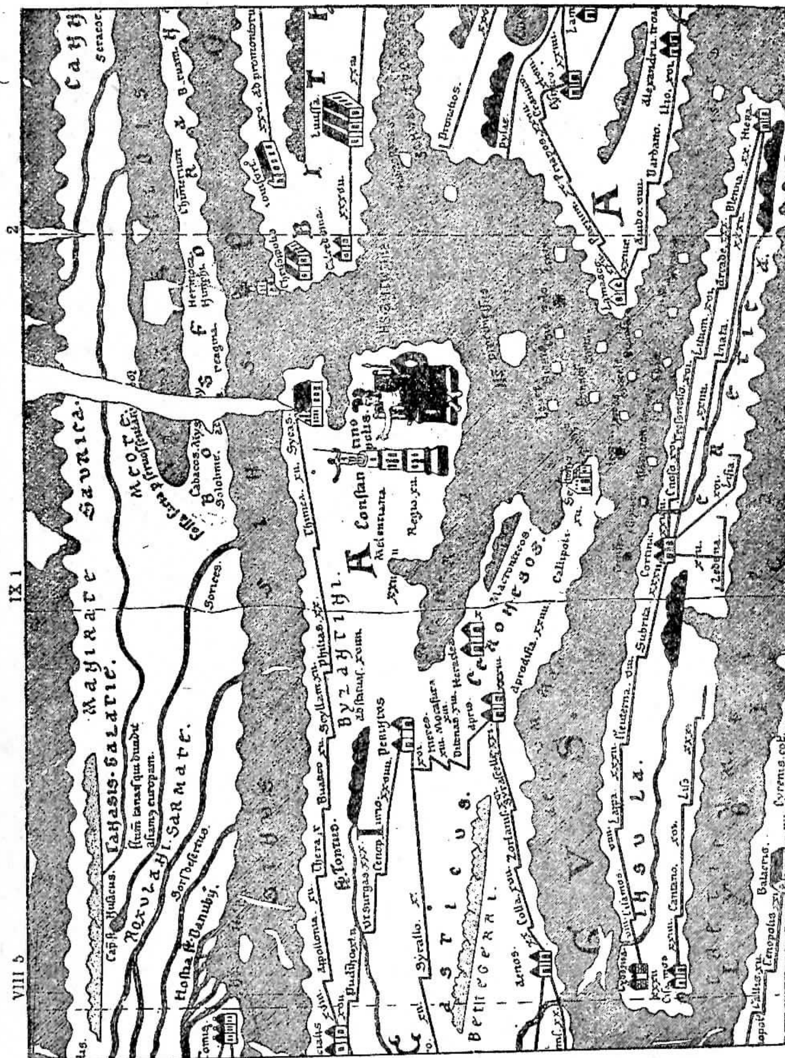


Sl. 2d. Castoriusova karta svijeta nazvana Peutingerova karta po originalu od segmenta VII/4 do VIII/1



149

Sl. 2e. Castoriusova karta svijeta nazvana Peutingerova karta po originalu od segmenta VIII/2 do VIII/5



Sl. 2f. Castoriusova karta svijeta nazvana Peutingerova karta po originalu od segmenta VIII/5 do IX/2

150.

Rajne, Dunava i sjeverne obale Crnog mora, a na jugu do Afričke pustinje. Mjerilo za dužine je veće a za širine manje, prema tome karta je razvučena u duljinu. Ceste na njoj su također razvučene uporedo u dužinu a među njima i rijeke i gorja. Imena mjesta i odstojanja u rimskim miljama upisana su iznad crte puta, a važniji gradovi predstavljeni su manjim slikama. Planinski lanci su samo približno ucrtani. U stajalištima je ravna crta prekinuta poprečnom crticom, s kraja koje slijedi dalje crta puta. Kolikogod ove karte ne prikazuju vjernu sliku zemalja, one predstavljaju veliki kulturni rad, izvršen na povezivanju zapada sa istokom i juga sa sjeverom izgradnjom dobro položenih cesta i putova.

Uz ove karte postojali su i razni »itinerari«, — putokazi — za putovanja po raznim cestama, sa odstojanjima mjesta, kao i za putovanja po moru. Oni su ispisani na raznim ravnim plohama, na papiru, metalu, kamenim pločama, stupovima i slično.

I u Kini, više stoljeća prije Rimljana, postojali su takvi putokazi i specijalni tlocrti. Slika 3. prikazuje jedan rimski Itinerar urezan na čaši od srebra otkopanoj u kupkama Vicarello na jezeru Bracciano. Na sl. 4. je taj itinerar razvijen u ravnu plohu, sa svim stanicama i sa udaljenostima među njima u rimskim miljama.

Rimljani su gradili putove kroz čitavu Evropu, do u Aziju i u Afriku, a svi su počinjali u Rimu. Otud rečenica »Svi putovi vode u Rim«. Oni su označivali udaljenosti iz Rima u miljama.

Jedna rimska milja iznosila je 1000 dvostrukih koračaja (mille passus — hiljadu koraka) ili 1481,4 m, a dvostruki korak jednak je 5 nogu = 1,4814 m. Milje su se označivale posebnim kamenjem zvanim »Miliarum« (sl. 5.).

Miljsko kamenje bili su okrugli kameni stupci 1.5 do 2.5 m visine, 40 do 50 cm u promjeru, većinom sa uklesanim opisom puta i daljinama od važnijih mjesta.

Car Oktavian August kao »Curator Viarum« dao je u Rimskom forumu postaviti centralni pozlaćeni miljski stup, od kojega su se mjerile milje na putovima kroz čitavo Rimsko carstvo.

Najviše cesta je bilo u Galiji, njezini su stanovnici gradili putove i kola, kojima su prevoženi tereti. Od njih su Rimljani preuzeli »rhedu« (sl. 6.), koja je u redovnim vožnjama zvanim »Cursus publicus« prevozila prtljag, putnike, službena lica i poštu (sl, 7. i 8.) po određenom voznom redu iz Rima po kopnu i do obala morskih u vezi sa brodskim saobraćajem.

Saobraćaj po kopnu vršio se preko Alpa na sjeverozapad, na sjever i na sjeveroistok. Teški tereti prevozili su se sa »Cursus clabicularis«. U

ITINER		ARIVM		AGADES		ROMAM	
AD PORTVM	XXIIII	VALENTIAM	XX	AMBRVSSVM	XV	EAMBRVM	XX
HASTAM	XVI	SAGYNTVM	XVI	NEMAVSVM	XV	PLACENTIAM	XVI
VGIAM	XXVII	ADNOVLAS	XXIIII	VGERNVM	XV	FLORENTIAM	XV
ORI PPVM	XXIIII	ILDVM	XXII	ARELATA	VIIII	PARMAM	XXV
HISPALIM	VIIII	INTIBILIM	XXIIII	ERNAGINVM	VI	LEPIDVMREGIVM	XVIII
CARMONEM	XXII	DERTOSAM	XXVII	CLANVM	VIII	MVTINAM	XVII
OBVCLAM	XX	SVBSALTVM	XXXVII	CABELLIONEM	XII	BONONIAM	XXV
ASTIGIM	XV	TARRACONEM	XXV	APTAMIVLIAM	XII	CLATERNVM	X
ADARAS	XII	PALFVRIANAM	XVI	CATVIACIAM	XII	FORVMCORNELI	XIII
CORDVBAM	XXIII	ANTISTIANAM	XIII	ALAVNIVM	XVI	FAVENTIAM	X
AD X	X	ADFINES	XVII	SEGVSTERONEM	XXIIII	FORVMLIVI	X
EPORAM	XVII	ARRAGONEM	XX	ALABONTEM	XVI	CESENAM	XIII
VCIESEM	XVIII	SEMPRONIANA	VIIII	VAPPINCVM	XVIII	ARIMINVM	XX
ADNOVLAS	XIII	SETERRAS	XXIII	CATVRIGOMAGVM	XII	PISAVRVM	XXIIII
CASTVLONEM	XIX	AQVISVOCONTIS	XV	EBVRODVNVM	XVIII	FANVMFORTVNAE	VIII
ADMORVM	XXIIII	GERVNDAM	XII	RAMAM	XVII	FORVMSEMPRONI	XVI
IISOLARIA	XIX	CILNIANAM	XII	BRIGANTIVM	XVIII	ADCALEM	XVIII
MARIANA	XX	IVNCARIAM	XV	DRVANTIVM	XI	HESIM	XIII
MENTESAM	XX	INPYRAENEVM	XVI	SEGVSIONEM	XXIIII	HELVILLVM	X
LIBISOSAM	XXIIII	RVSCINONEM	XXV	OGELVM	XXVII	NVCERIAM	XV
PARIETINIS	XXII	COMBVSTA	VI	TAVRINIS	XX	MEVANIAM	XIX
SALTIGIM	XVI	NARBONEM	XXXII	QVADRATA	XX	ADMARTIS	XVI
ADPALEM	XXXII	BAETERRAS	XVI	RIGOMAGVM	XVI	NARNIAM	XVIII
ADARAS	XXII	CESSERONEM	XIII	CVTTIAS	XV	OCRICLO	XII
SAETABIM	XXVIII	FORVMDOMITI	XVIII	LAVMELLVM	XIII	AD XX	XXIIII
SVCRONEM	XVI	SEXTANTIONEM	XV	TICINVM	XXI	ROMAM	XX
SVM		M · P · X		DCCC		XXXX(X)	

Sl. 4. Kao sl. 3. razvijen u ravnu plohu

ABGADES		VSQVE	
ADPORTVM	XXIIII	VAEENTIA	[illegible]
HASTA	XVI	SAGTNTO	[illegible]
VGIA	XXVII	ADNOVLAS	[illegible]
ORIPPO	XXIIII	ILDVM	[illegible]
HISPALIM	IX	INTIBILI	[illegible]
CARMONE	XXII	DERTOSA	[illegible]
OBVCLA	XX	SVBSALTV	[illegible]
ASTIGI	XV	TARRACONE	[illegible]
ADARAS	XII	PALFVRIANA	[illegible]
CORDVBA	XXIII	ANTISTIANA	[illegible]
ADDECVMO	X	ADFINES	[illegible]
ADLVCOS	XVIII	ARRAGONE	[illegible]
VCIESE	XVIII	PRAETORIO	[illegible]
ADNOVLAS	XIII	SITERAS	[illegible]
ADARAS	XIX	AQVISVOCON	[illegible]
ADMORVM	XVIIII	GERVNDA	[illegible]
ADSOLARIA	XVIIII	CILNIANA	[illegible]
MARIANA	XX	IVNCARIA	[illegible]
MENTESA	XX	INPYRENEO	[illegible]
LIBISOSA	XXVIII	RVSCINNE	[illegible]
PARIETINIS	XXII	COMBVSTA	VI
SALTIGI	XVI	NARBONE	[illegible]
ADPALEM	XXXII	BAETERRAS	[illegible]
ADARAS	XXII	CESSERONE	[illegible]
SAETABI	XXVIII	FORODOMITI	[illegible]
SVCRONE	XV	SEXTANTIO	[illegible]
SVMMA		MILLIA	

Sl. 3. Itinerar na srebrnoj čaši nađenoj u Vicarello u Italiji 1852. g.

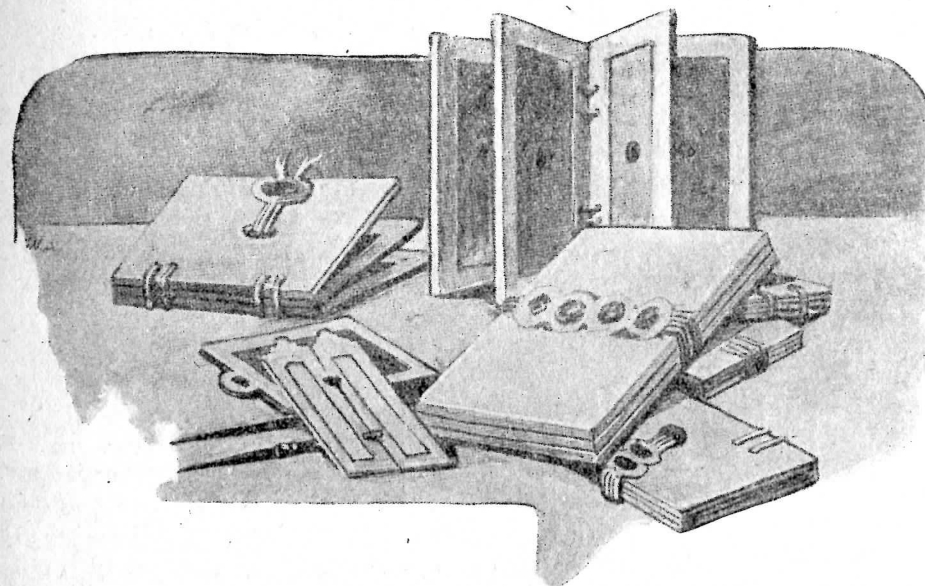


Sl. 5. Rimski miljski stup

Evropi su zaprega bili konji, ali i ostale tegleće životinje. U stanovitim stanicama na udaljenostima od oko 20 milja mijenjala se zaprega, po prilici nakon poladnevne vožnje. Osim »Cursus publicus«, t. j. državne pošte, kojom su prevažane službene vijesti i pošiljke, postojale su i privatne pošte.



Sl. 6. Rimska »rheda«



Sl. 7. Rimska pisma

Sigurnost putovanja je bila potpuna. Brzina putovanja je osrednje iznosila 50 do 70 km dnevno, a drži se, da su se hitne vijesti dostavljale brzinom do 300 km u jednom danu. Prema Ovidu, vožnja iz Rima do Brundusiuma (Brindisi) trajala je 10 dana, a do Milana 11 dana. Kasnije je vožnja do Brundusiuma trajala samo 7 dana. Ovuda se je odvijao saobraćaj za Egipat, Siriju, Grčku i Malu Aziju. U Africi vodile su ceste sa sjevera u unutrašnjost (iz predjela Kartage), a u Thevesti (Tebessa) u Alžiru blizu granice Tunisa, na 8 meridijanu od Grinviča, oko 170 km južno od obale, sastajalo se 6 cesta iz raznih smjerova afričke pustinje. Prema sjeveru preko Alpa vodilo je nekoliko dobro održavanih cesta, iako su prijelazi mnogih klanaca bili uski i pogibeljni. Prijelaz »Doria Riparia« preko Mont Genèvre omogućivao je prilaz u dolinu Rhone. Klanac Splügen omogućivao je vezu Como-Bregenz, otkuda je cesta vodila dalje za Kempten i Augsburg a otud na Köln, Nimwegen i Leyden na moru.

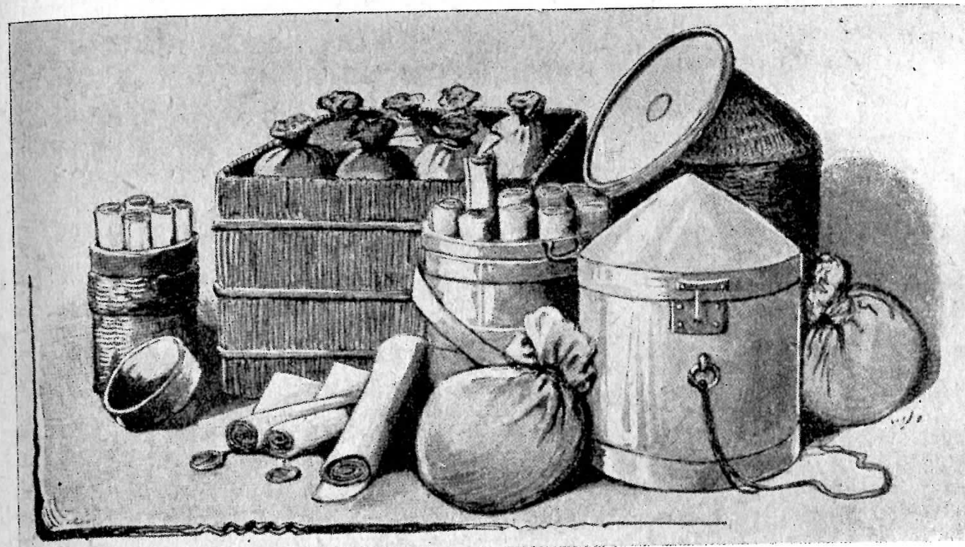
Ceste za istok odvajale su se iz Akvileje, jedna po prilici uzduž današnje željezničke pruge Pontebba—Beč, druga za srednji Dunav prema današnjoj Budimpešti, a treća između ovih do Carnuntuma u Panoniji na Dunavu (nešto zapadnije od današnje Bratislave), kojom se je stizalo iz Akvileje za 12 dana. Ovaj je grad bio centar trgovine i saobraćaja osobite važnosti.

Kod Akvileje je otkrivena solidno sagrađena cesta iz kamena (sl. 9.).

A. RIMSKI PUTOVI NA BALKANU

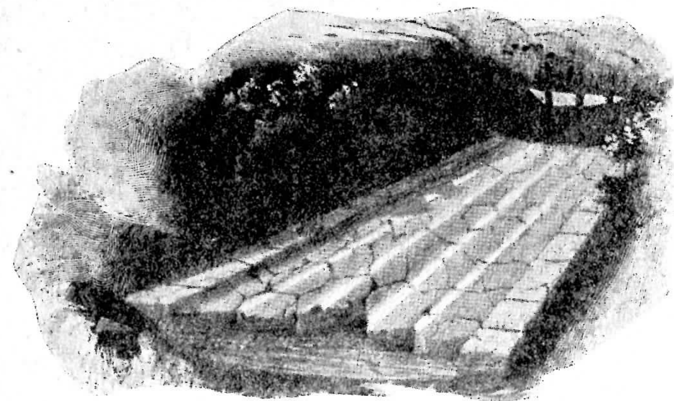
Ovdje su uglavnom navedene one ceste, koje su prolazile našim krajevima, a za nas su od osobite važnosti. One se u većini podudaraju sa pravcima današnjih glavnih saobraćajnih putova. Po ovim mnogim cestama možemo prosuditi važnost, koju su imali naši krajevi — Balkan — za osvajače Rimljane, a tu važnost ima Balkan i danas. Preko njega prolaze svi glavni najpovoljniji saobraćajni pravci od zapada na istok i od juga na sjever i obratno.

Peutingerova tabla prikazuje tri važna prolaza na istok i to: 2 preko Karlovca i Siska, dok je treća cesta prelazila Savu, pa Drinu i zalazila na Balkan. Za saobraćaj između Panonije i Dalmacije jedno od glavnih čvorišta bilo je oko Zagreba. Po Dunavu i uz Dunav odvijala se je, osobito za Nerona, živa izmjena robe. U velikom gradu Carnuntumu naselili su se mnogi rimski veletrgovci. Oni su trgovali sa sjeverom i tamo kupovali jantar, kako spominje Plinius. Za vladanja cara Augusta uspostavljena je veza Istočnog mora sa Sredozemnim morem. Davno prije Dioklecijana saobraćaj prema istoku za Bosnu i Drinu, išao je preko Solina.



Sl. 8. Rimske metalne posude, košare i vreće za prenos pošte

Od osobite važnosti bila je još za prvih stoljeća Rimskog carstva veza Rima sa Bizantom, gdje su se sastajali svi putovi iz Male Azije i spajali sa evropskim putovima. Tu se je vršila i izmjena robe, koja je dolazila sa obala Crnog mora. Tako je uspostavljena i veza uz Savu i Dunav sa Crnim



Sl. 9. Rimska cesta otkrivena kod Akvileje

morem, kopnenim i vodenim putom. Vrlo važan put spajao je Bizant preko Jedrena i doline Marice, Plovdiva, Sofije i Srbije sa putovima u dolini Dunava i Save. Uz Dunav klancima Kazana kod Željeznih vrata, izbijen je put u samoj klisuri, gdje je i danas sačuvana Trajanova tabla, spomen-ploča na te radove. Trajanova tabla je uklesana u stijeni na desnoj obali Dunava

južno od Ogradine, otprilike 9 km nizvodno od Kazana. Treba napomenuti, da u ono vrijeme nije bilo eksploziva za radove u stijeni (sl. 10.).

Trajan je sagradio i most preko Dunava. Ovim se putovima vršila izmjena razne robe, čak indijske i babilonske, a preko Turkestana vršio se tranzit sa Kinom. U Prednjoj Aziji put od Trapezunda u Angoru i Cezareju, privlačio je na sebe jak saobraćaj mnogih važnih stanica, gradova i velike cestovne mreže. I kotlina Privana je bila uključena, a postojala je veza sa Malom Azijom, sa Iranom i preko granica rimske imperije, sa kojim se krajevima odvijao živ trgovački saobraćaj. Iz Bospora vodili su putovi za



Sl. 10. Trajanov put izbijen u desnoj stijeni Dunava, oko 9 km nizvodno od Kazana

Eufrat i u Mezopotamiju, do velikog grada Seleucije, koji je za Plinija brojio do 600.000 ljudi. Ovaj je grad bivao pošteđen od ratnih uništavanja, ne zato što ga je branila vojska, već što je smatran od svih naroda potrebnim za kulturu i izmjenu dobara. Cvjetali su i mnogi drugi gradovi i razvijao se živ saobraćaj po cestama, koje su ih spajale. To su bili: Nisibis zapadno od Tigrisa, glavni grad Mezopotamije, a između Eufrata i Nisibisa bila je Edessa sadašnja Urfa u Mezopotamiji, kao čvorište trgovačkih putova između Male Azije i istoka; usred Sirijske pustinje razvila se Palmira, koja je u trećem stoljeću n. e. dobila politički svjetsku važnost, pak Antiohija u Maloj Aziji, bujan živ velegrad, pun luksusa i raskoši, gdje se spojila grčka i orijentalna obijest i lakomislenost. Cesta za Petru je 106.

godine dobila vojnu važnost. Sve su ove ceste, osim u vojne svrhe, služile izvozu suviška kojih je na pr. Sirija imala u žitu, vinu i ulju, što se mijenjalo za drugu robu.

Kad su Rimljani ovladali Egiptom podigla se Aleksandrija, koja je po važnosti nadmašila i sam Rim, u materijalnom i duhovnom pogledu. Preko nje se je snabdijevao Rim hranom i mnogom luksuznom robom. Od Aleksandrije do Aršinoje na obali Crvenog mora, najbližeg morskog pristaništa za put u Indiju, vozila su trgovačka kola 7 dana, dok do Babilona samo 4 dana. Putovi su vodili do Sudana i do jezera Čad u Srednjoj Africi preko 2000 km daleko, gdje se trgovalo zlatom, slonovom kosti i robovima, što je sve dovoženo u Kartagu i u Aleksandriju.

Prema voznim redovima »Periplus« utvrđeno je, da je bio živ i pomorski saobraćaj, koliko obalni, toliko i na debelom moru, sve do propasti Rimskog carstva i dok barbari i gusari nisu zagospodarili morima. Putovanja morem vršena su do Indijskog oceana na istok i do Riškog zaljeva na sjever. Redovne plovidbe su postojale u Sredozemnom moru i na Crnom moru (Pontus Eusinus). Veći i manji brodovi pristajali su u Ostiji (Rimskoj luci), uz čije su gatove pristajali brodovi iz svih zemalja.

Trajan i Hadrijan uputili su saobraćaj za istok kroz Korint, a preko uske korintske prevlake vukli su se brodovi mehaničkim sredstvima. Neron je projektirao presijecanje Korintske prevlake, i bio je započet rad na prosijecanju, ali je zbog Neronove smrti prekinut. Moć i prostranstvo Rimskog carstva omogućeno je i razgrađenošću putne i cestovne mreže, i to u najudaljenije dijelove carstva. Ceste su bile uglavnom dobro položene i čvrsto građene, tako da su mnoge i do dana današnjega održane. Pravci današnjih najvažnijih cesta i željeznica poklapaju se u većini sa pravcima starih rimskih cesta, što dokazuje, da su ti pravci bili pravilno odabrani. Kao onda, tako i danas mnogi od najvažnijih svjetskih putova vode preko Balkana. Za to su se o Balkan oduvijek otimali najmoćniji evropski narodi, i iskorišćivali balkanske narode u svoje imperijalističke svrhe.

Preko Balkana su prolazili slijedeći rimski putovi:

1. OD AKVILEJE DO OSIJEKA (MURSA)

Akvileja je bila rimska pogranična tvrđava na sjeveru Italije podignuta 183. god. pr. n. e. Ona je služila kao glavna veza za sjever, sjeveroistok i za istok, za Carigrad i Aziju. Od nje se odvajala vojna cesta preko Soče, koju je prelazila nešto uzvodno od utoka Vipave u nju i vodila je preko Logatca i Gornje Ljubljane (Nauportus), do Ljubljane (Emona). Nauportus je bio važan trgovački grad, do kojeg su dovožene sirovine i mijenjane za rimske proizvode i vino. Kasnije je Nauportus postao stovarište ratne spreme za vojsku u području Save. Iza smrti Augusta premješteno je ovo stovarište u Ljubljanu (Emonu), otkuda je cesta vodila za Celje i Ptuj. Od

Celja (Celeia) se odvajala cesta za Celovec, a otud jedna za Salzburg (Juvavum), a druga za Wels (Ovieda). Iz Ptuja (Poetovia) je također vodila jedna vojna cesta za Szombathely (Sapario, Steinamanger) i Sopron (Ödenburg, Scarabantia) do Carnuntum (D. Altenburg), pak uz Dunav za Beč (Vindobona). Vojna cesta do ušća Save vodila je od Ptuja dolinom Drave zapadno, pak istočno od Varaždina, preko Legrada, Carrhodunum (istočno od Virovitice), Podgajaca (Berebis), Jovallium kod Valpova do Osijeka (Mursa).

2. OD VINDOBONE (BEČA) DO OSIJEKA

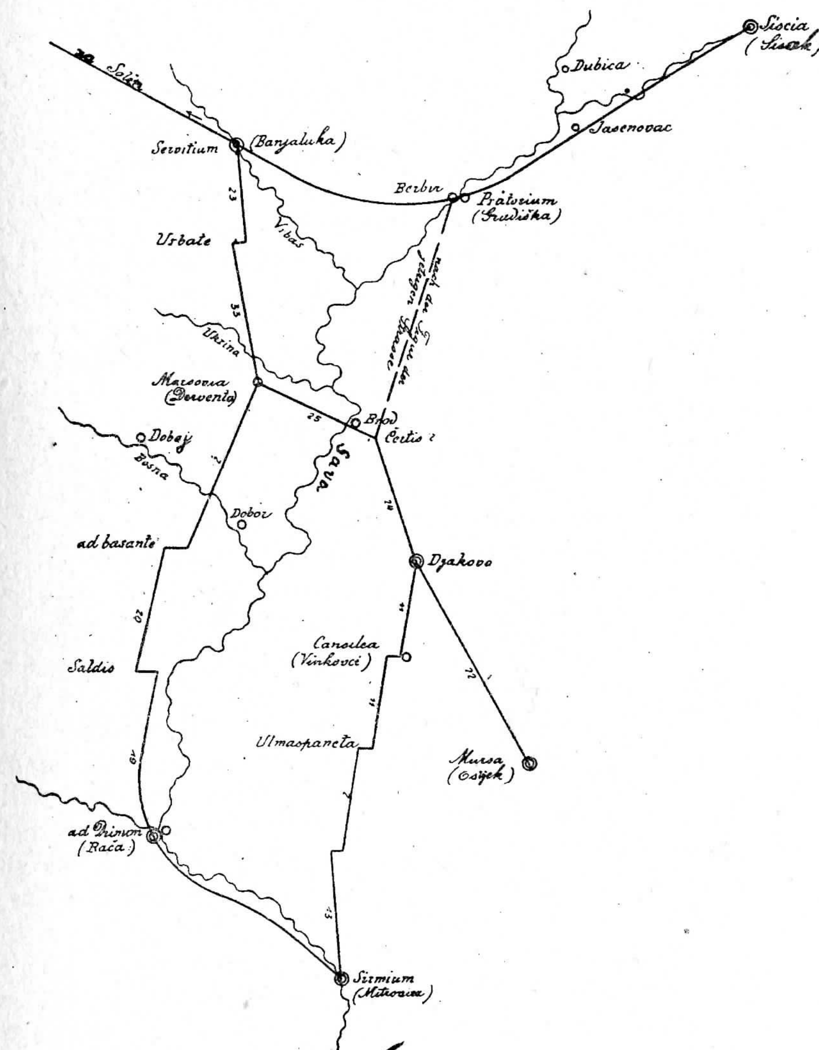
U cestu Akvileja—Carigrad ulazi kod Osijeka cesta iz gornje Panonije, uz Dunav preko Beča, Carnuntuma (D. Altenburg) oko 18 km uzvodno od Bratislave, Arrabone (Raab) Aquincum (iznad Budima) gdje je bio sagrađen most preko Dunava. Za dugo vremena ovo je bila jedina cesta, koja je vodila iz Beča za Osijek, ali zbog važnosti Panonije sagrađena je oko početka 4. stoljeća i druga, kraća od Szombathelyja na cesti Ptuj — Beč, preko Kanjiže i Pečuha za Osijek.

3. OD OSIJEKA DO BEOGRADA

Od Osijeka išla je jedna cesta preko Dalja, Vukovara, Sotina, nešto južnije od Iloka, Milate, zapadno od Petrovaradina, Kaštela Onagrinum u blizini ušća Tise u Dunav kod Titela, preko Karlovaca, Slankamena, Begeliša do Zemuna (Taurunum). Taurunum je bio izgrađen sa obje strane Save neposredno do njezina ušća u Dunav, dakle na mjestu današnjeg Beograda. Rimski Singidunum (Beograd) nalazio se istočnije od ušća Save nizvodno na desnoj obali Dunava. Od ove ceste odvajala se kod Osijeka južno druga, koja je prelazila mostom preko Vuke, pak preko Vinkovaca (Cibale), Tovarnika (Ulmo) i Kukujevca (Spaneta) išla za Sirmium, današnju Mitrovicu, u ono vrijeme najveći i najvažniji grad Panonije, koja je obuhvatala istočnu Austriju, Štajersku, Kranjsku, čitavu Madžarsku desno od Dunava, veliki dio Hrvatske, Slavoniju i jedan dio Bosne uz Savu. Od Mitrovice, ujedno spojne točke cesta iz zapadnih provincija Italije i Galije za istok, vodio je jedan put preko Budališa (Petraviae) za Zemun (Taurunum), dok je drugi išao južno i kod Šapca prelazio Savu, pak njezinom desnom obalom do Beograda (Singidunuma). Ova je cesta kod Šamca ulazila u cestu, koja je vodila od Siska za Mitrovicu, a bila je duga 221 r. milju (326,389 km). Ona je pred Mitrovicom prelazila Savu i preko Petrovaca i Ugrinovaca išla do Zemuna i Beograda.

4. OD LJUBLJANE (EMONE) DO SISKA (SISCIA)

Drugi put i ako manje upotrebljavan, bio je onaj od Ljubljane dolinom Save do Mitrovice i Beograda a vodio je preko Litije, Krškoga, utoka Kra-



Sl. 11. Rimske ceste od Siska i od Banja Luke do Mitrovice

pine u Savu i Siska, gdje se nalazi mnogo tragova, natpisa, reljefa, kipova, podova od mozaika, ostataka gradskih zidina, jedan zidani most i sl. Druga je cesta vodila od Ljubljane preko Trebnja, Novog Mesta, Ozlja i Karlovca do Siska, a bila je duga 122 r. milje (180,731 km).

Slika 11. prikazuje tlocrt cesta između Siska, Banja Luke, Dervente, Rače i Mitrovice kao i one preko Đakova i Vinkovaca za Mitrovicu. Od Banja Luke se odvajala cesta za Solin. Kod Dervente odvajala se druga cesta za Mitrovicu. Ona je prelazila preko Save i išla njezinom lijevom obalom. Po K. Milleru i desnom obalom Save postojala je cesta, koja je spajala Sisak sa Mitrovicom.

5. CESTA UZ DUNAV OD BEOGRADA DO UŠĆA DUNAVA

a) Od Beograda (Singidunum) do Kostolca (Viminatium)

Rimska pokrajina Moesija omeđena Drinom na zapadu, Dunavom na sjeveru, Crnim morem na istoku i Balkanskim gorjem na jugu, bila je zbog velike dužine razdijeljena u Gornju i Donju Moesiju, a dijelila ih je rijeka Cibra (Cebrus). Kroz Moesiju je prolazila najvažnija cesta t. j. ona uz Dunav njegovom desnom obalom od Beograda do obale Crnog mora, a otud dalje uz obalu do Carigrada. Kod Morave se odvajala druga vojnički važna cesta izravno za Carigrad, a bila je glavna spojnica sjeverne Italije i Panonije za Aziju. Prema sjeveru su vodila tri puta preko Strume za Daciju. Izravna cesta za Carigrad vodila je preko Niša. Ona desnom obalom Dunava prolazila je preko Kladova nasuprot Turn-Severinu, a ta dva mjesta bila su povezana mostom iz kamena, koji je sagradio Trajan. Treća je cesta polazila od oko Oršave (Tierna), Mehadije (Ad Medias) i dalje na sjever kroz Daciju. U Đerdapskoj klisuri još danas se vide mjesta, gdje je u vertikalnim stijenama tjesnaca bio usječen put, a to dokazuju i mnogi natpisi. Na Peutingerovoj tabli označena su mjesta na toj cesti i udaljenosti među njima. Od Beograda do Kladova (Drubetis) bilo je svega 131 r. milja (194 km), a dodirnuta mjesta su bila: Kaluđerica (Ad Secstum), Ritopek (Tricornio), Grocka, Orašac (Monte Aureo), Smederevo (Vingeio), Margum (ušće Morave), Kostolac (Viminatium), Gradište (Punicum), Golubac (Vicocuppe), Brnjica (Ad Novas), Dobra, Bela Voda (Ad Scrofulas), Boljetin, D. Milanovac (Faliatis), Miroč (Gerulatis), Prin (Unam) i od Brze Palanke (Egeta) na Kladovo (Drubetis). Druga cesta za Carigrad odvajala se od ceste uz Dunav kod Kostolca, koji se nalazio između rijeka Morave i Mlave, bliže ušću Mlave. Prema Peutingerovoj tabli udaljenost od Kostolca do Niša (Naissus) iznosi 123 milje (182 km), a od Kostolca do Ad Mediam uz Dunav 91 r. milju (134 km). Od Kostolca je odvajao i put na sjever sa prijelazom preko Dunava i preko Banata za današnji Karansebeš.

b) Od Kostolca do Kladova

Iza Kostolca prolazila je cesta kroz Gradište (Punicum) na ušću Peka, čija dolina obiluje raznim rudama, osobito oko Majdanpeka (bakar, cink, željezo). Nizvodno od Golubca ulazi Dunav u Đerdapsku klisuru. U njezinim obroncima usječen je put oko 2.5 m širok. Kod Poletina postoji natpis

uklesan u samu stijenu, koji kaže, da je taj dio puta izbijen u god. 33.—34. n. e. za cara Tiberijusa. Dalje nizvodno je Trajanova tabla, također uklesana u samu stijenu (sl. 10.). Od Donjeg Milanovca išle su ceste sa obje strane rijeke, lijevom obalom do Oršave pak na sjever (vidi tč. 5a), a desnom obalom preko Tekije (Tierna) do Kladova, obje izbijene u vertikalnim stijenama Dunava. Završetak kazanske klisure nazvan je Željezna vrata. Do ovog mjesta Dunav je po Rimljanima zvan Danubius, a otud nizvodno Ister.

Prolaz rijekom kroz Željezna vrata bio je i tada zbog brzaca i grebena u rijeci vrlo težak i pogibeljan, tako da su i sami Rimljani u koritu rijeke probili kanal kroz greben (stepenicu), koji se je provlačio poprijeko sa jedne na drugu stranu Dunava. Još ni danas nisu uklonjene sve teškoće za plovidbu Dunavom na tom uskom mjestu. Osim ove ceste uz obalu, uske i pogibeljne, vodila je od Milanovca do Kladova i druga, kraća i sigurnija preko brda, do brze Palanke i dalje niz Dunav, kuda i danas vodi dobra cesta za Negotin.

c) Kladovo—Silistria (Durostero) na donjem Dunavu

Niže Kladova bile su stanice Brza Palanka (Egeta), Prahovo (Ad Aequas), Rakovica (Dortico), na ušću Timoka Vidin (Ad Malum), Arzer Palanka, Urzoja (Ratiaris), Remetodia, Lom Palanka (Almo), Limova (Pomodianis), Cibar (Canistro), Orjehovo (Augustis), Gigen (Esco), Svistrovo (Ad Novas), i mnoge druge. Od Kladova do Durostera bilo je 281 r. milja (432 km). U Ratariji je bio glavni stan jedne legije i stanica flotile.

d) Silistria (Durastorum)—ušće Dunava (Ad Stoma)

Od Silistrije je vodila cesta dalje niz Dunav. Do Axiopolisa je bilo 47 r. milja, a to mjesto je bilo između Rašove i Černavode, tamo gdje Dunav zaokreće prema sjeveru. Od Axiopolisa do Iglice (Troesmisa) bilo je 82 (79) r. milja, t. j. do mjesta, gdje Dunav zaokreće prema zapadu, južno Braile, Galaca i Reni, u blizini današnjeg Mačina (Arubio), a od Troesmisa do Ad Stoma je bilo 100 (95) r. milja. Prema tome cesta od Silistrie do ušća Dunava bila je duga ukupno 229 r. milja ili 339 km, a stizala je po svoj prilici na crnomorsku obalu južnije od jezera i rukavca Sv. Jurja, da izbjegne močvarno područje.

e) Silistria—Djevuja (Marcianopolis)—Varna (Odessos)
i Djevuja—Anhijelo (Ancialis)

Ova mnogo kraća cesta odvajala je od Silistrie prema jugu. Ona je vodila preko Djevuje, Gor. Čiflika, Sudžuluka, Baraklija i Anhijela, gdje se je spajala sa cestom uz obalu Ad Stoma do Bizanta navedenom pod f).

f) Cesta od ušća Dunava do Bizanta uz obalu Crnog mora

Prema Peutingerovoj tabli ova je cesta uz obalu bila duga 355 r. milja (526 km). Dodirivala je mnoga mjesta i luke Constanzu (Kistendže), Varnu (Odessos), Anhijelo, Burgas i druge, a svršavala je vjerojatno u Sycas (Galata) sjeverno od Carigrada. Oko uvale Burgasa otprilike u polovici

puta nalaze se mjesta Misivria i Anhijelo. U Anhieliju su se sastajala još tri puta iz unutrašnjosti. Na ovom obalnom putu nalazila se stara Apollonia, najvažniji grčki grad na zapadnoj obali Crnog mora u Burgaskom zalivu.

Zbrojimo li ove udaljenosti dobit ćemo od Beograda do Sycas-a:

a) Beograd—Kostolac (Viminatium)	50 r. mil.	=	74 km
b) Viminatium—Brza Palanka	101 r. mil.	=	150 km
c) Brza Palanka—Silistria	298 r. mil.	=	441 km
d) Silistria—Ušće Dunava	229 r. mil.	=	339 km
e) Ušće Dunava—Sycas	420 r. mil.	=	622 km
Svega:	1.098 r. mil.	=	1.627 km

6. DRUGA CESTA ZA BIZANT

Išla je niz Dunav do Kostolca, a otud izravno preko Niša (Naissus), Sofije (Sertica), Plovdiva (Philipopol) i Jedrena (Hadrianopolis) za Carigrad.

a) Od Kostolca do Niša (Naissus)

Odvajajući se od Kostolca vodila je dolinom Mlave, pa Morave (Margus), preko Kalište (Municipio), Venčanice (Jovis Pago), Medveđe (Idimo), Glogovca (Horrea), Ćuprije (Margi), Bačina (Praesidium ili Dasmum), Rudovice (Praesidium Pompei), Žigrovice (Granirjanus) do Niša u dužini od 113 r. milja = 167 km.

b) Od Niša do Sofije (Sertica).

Od Niša vodila je cesta dalje Nišavom do visoravni, na kojoj izvire Isker (Escus) do nešto južnije od Sofije. Prema Peutingerovoj tabli imala je tri međustanice i to: Romesiana (Bela Palanka), Pirot (Turres) i Slivnicu (Meldis). Od Niša do Sofije bilo je 101 r. milja = 150 km, (po Milleru 71 milja = 104 km, što vjerojatno nije točno). U Serticu je ulazila cesta, koja je vodila jugozapadno od Stobia u sjeveroistočnom pravcu uz Escus do Dunava i vjerojatno preko Dunava u Daciju.

c) od Sertica-e do Plovdiva.

Prema Peutingerovoj tabli bile su međustanice: Sarto, Iliga (Egirca), današnji Ihtiman, u visokom planinskom klancu (843 m n. m.)) kod Trajanovih vrata na vododijelnici između starog Iskera i rijeke Marice. Jugozapadno od ovoga vodio je put drugim klancem između Samakova i Banje za Tatar-Pazardžik, gdje se je opet spajao sa rimskom cestom za Plovdiv. Dalje Zyrmis i Plovdiv, svega 76 r. milja (113 km), dok su u Itinerarıı Antonini bile međustanice: Iliga, Kapurik (Soneium), Vetren (Lissae), Bessapara i Philippopolis a dužina je bila 98 r. milja (145 km), po čemu čini se, da su bila dva puta. Iz Plovdiva vodi put na sjever preko Balkana kroz Šipka klanac do Dunava, a na istok do Crnog mora.

d) Od Plovdiva do Jedrena.

Od Plovdiva do Jedrena prema Peutingerovoj tabli ima 6 međustanica i svega 119 r. milja (176 km). Od Plovdiva cesta vodi desnom obalom Marice, pak kod Burdenisa prelazi na lijevu obalu, gdje prolazi i današnja cesta preko lijepog kamenog mosta. Jedrene su važan grad na ušću Tundže u Maricu.

e) Od Jedrena do Carigrada.

Prema Peutingerovoj tabli, ova je cesta vodila preko Hafse (Hostizia), Babaeski (Burtizo), Lile Burgas (Bergule), Karistram (Drysiporo), Čorlu (Syrallo), do Erikli (Perintos), a imala je 88 r. milja (130 km). Syrallo je današnji Čorlo, a Perintos odgovara Erikliju (Heraklei), današnjem Eregli. Od Perintosa do Bizanta vodile su dvije ceste, jedna uz more novija, dok je starija bila sjevernije od mora.

Ako sravnimo ovu rimsku cestu od Beograda do Carigrada sa glavnim dijelovima cesta, koje u novije vrijeme najkraćim putem spajaju ova važna dva središta, vidjet ćemo, da se one uglavnom poklapaju i položene su na najpovoljnijem terenu, a istim putem vodi i željeznica, koja je ta dva grada povezala. Trasa je izmijenjena samo u početku, gdje nova cesta jednako kao i željeznica ne vodi uz Dunav, pak dolinom Mlave i donje Morave, već preko Ripnja, Ralje i Velike Plane, gdje ulazi u dolinu Morave, pak južnom Moravom do Niša, onda Nišavom do Pirota i Caribroda, prolazi sedlom između Rodopskog i Balkanskog gorja, a onda silazi u dolinu Marice dodirujući Sofiju, Plovdiv i Jedrene i dalje do Carigrada.

Prema rimskim kartama i itinerarima dužina iznosi 666 r. milja (987 km), a skoro istu dužinu ima i nova cesta prema starijim kartama bivšeg austrijskog generalštaba. Željeznica od Beograda do Carigrada ima po voznom redu dužinu od 1121 km, dakle samo nešto preko 100 km više, ali to može da bude i tarifska dužina, koja je uvijek veća od građevne dužine. Ovo nam dokazuje, da su već u ono vrijeme stari Rimljani vrlo dobro proučavali i ocjenjivali terenske prilike, prema njima polagali trasu i gradili ceste linijom najmanjeg otpora i da su njihova mjerenja dužina bila točna.

Ova dužina od 666 r. milja od Beograda do Carigrada ne podudara se sa zbrojem dužina međustanica, ali to može da bude zbog netočnosti njihova prenošenja u Peutingerovu tablu.

7. CESTA JADRAN — CARIGRAD

a) Od Drača (Dyratio, Dyrahachium) do Pojani (Apollonia), uz rijeku Škumbi do Ohrida (Lychmidus) nazvana Egnatiusova cesta. Nakon što su Rimljani 167. god. pr. n. e. osvojili Makedoniju, ukazala se potreba, da preko nje i Trakije izgrade cestu, koja će najkraćim putem spajati Rim

preko Balkana sa Azijom. Ta veza išla je od Rima na Brundusij, otkuda se prelazilo preko Jadrana na najužem mjestu do rta Linguetta kod Valone i do Drača. Ova cesta je počinjala kod Drača i kod Pojani (Apollonie), a oba kraka su se sastajala kod Clodianae (Pegina) na rijeci Škumbi u južnom dijelu Illiricuma, t. j. u sjevernom dijelu današnje Makedonije, pak uz Ohridsko jezero na Solun (Thesaloniki) do Dardanela (Hellespontusa). Drač je bio važno pristanište za rata sa Makedoncima i Grcima, a isto tako i Valona (Avlona), kao i grčka naseobina Apollonia sjeverno od Valone. Iz tih se mjesta odvajala cesta na Istok. I u novije doba mnogo se spominjala, osobito početkom ovoga stoljeća, i željeznica, koja bi spajala Drač na Jadranu preko Tirane ili preko Pegina i Elbasana sa Istokom. Tu željeznicu htjela je da gradi Italija radi prodiranja na Balkan. Nakon zaposjednuća Albanije pred drugi svjetski rat, Italija je počela da gradi tu željeznicu prema Ohridskom jezeru, a ona slijedi uglavnom trasu rimske ceste, poznate pod imenom Egnatiusove ceste, tako zvanu po imenu njezina graditelja. Kasnije je ta cesta išla i od Otranta (Hydrunum), pak morem do Apollonie, a kod Pegina (Clodiane) spajala se sa gornjom. Od Pegina na rijeci Škumbi vodila je cesta dalje njezinom dolinom preko Elbasana (Scampis), Polisimaži (Genesis), Labie (Ad Dianam), Kjuska (In Candabiam), Oraka (Ponservili) i Glaudanon na Ohridskom jezeru, pak obilazeći jezero sa sjevera preko Struge i Ohrida (Lichnidus) dalje za Istok. Egnatiusova cesta od Drača do Ohrida (Lichnidus) bila je duga 114 r. milja (169 km). Prema drugom izvoru, koji se slaže i sa Itinerarium Antonini, čini se, da je gornja dužina unesena neispravno i da cesta ima samo 99 r. milja (147 km), što odgovara i Konrad Milleru, koji računa cestu od Apolonije ili Drača do Soluna sa 276 r. milja.

b) Od Ohrida do Soluna.

Ova je cesta vodila južnom Makedonijom. Kralj Arhelaus uredio je vojsku i izgradio dobre ceste po perzijskom uzoru, budući da Grci nisu imali dovoljno, a niti dobrih cesta. Od Ohrida na zapadnoj granici Makedonije ta je cesta išla preko Bukove (Brucida), Kazani (Nicea) do Bitolja (Heraclee), Kenali (Melitonus), Banice (Grande), Banje (Cellis), Vodene (Edessa), Alaklisi (Pella), do Soluna, a bila je duga 171 r. milju (254 km). U Bitolju je ulazila u Egnatiusovu cestu druga cesta, koja je dolazila sa sjevera iz Stobia, dok je u Pellu ulazila ona iz Larisse. Vodena je bila na polovici puta između Heraclee i Soluna, kod današnjeg Vodena. Stanica Pella bila je kod današnjeg Alaklisi, gdje i u današnje doba put iz Larise ulazi u onaj iz Drača za Solun. Ovaj je grad bio dobio veliku važnost po svom položaju u zaljevu na sjeverozapadu Egejskog mora i na sredini puta između Italskog poluotoka i Azije.

Iza Carigrada bio je Solun najvažniji grad na jugu Balkanskog poluotoka, na izravnom putu za Levant i preko Aleksandrije i Sueza za Daleki istok.

c) Od Soluna do rijeke Marice i Enosa.

Ova cesta je imala 13 međustanica, a bila je duga 284 r. milje (421 km). Navest ćemo neke od tih stanica. Cesta se iza Soluna penje na brdo Kortae i prelazi ga. Južni izdanci tog brda dijele se u tri poluotoka Halkidike. Po prijelazu Kortae nailazimo na mjesta Melsurgus, dok se Polina (Apollonia) nalazila niže jezera Bešik. Kod Starvos (Euripidis) stizala je cesta na more u Orfanskom zaljevu i vodila je uz more do Amphipopolisa na ušću Strume u more. Otud je vodila cesta za Filibah (Philippis), koji leži oko 20 km sjeverozapadno od Kavale. Neapolis zapadno od Kavale, bila je luka za Philippis. Acontisma istočno od Kavale bio je znamenit klanac, koji je otežavao prijelaz iz Makedonije u Trakiju. Karagöslü (Topiro) leži sjeverno od ušća Nestusa (Sarčoban-Burnu): Feredžik (Dymis) je ležao nešto sjevernije od ušća Marice, dok je Enos na samom ušću bio ujedno i luka.

d) Od Enosa do Carigrada i Galipolja.

Prema Peutingerovoj tabli od Enosa je vodila cesta na Ceriban (Colla), Zorlanis, koji odgovara današnjem Kešanu, Syrascellu zapadno od Malgare, Apris, zapadno od Kinadžika, gdje je odvajala cesta za Galipolis, Bitenas, Rodosto (Mocasura), Hiero i Perintos na mjestu današnjeg Eregli, a dužina joj je bila 113 r. milja (167 km). Postojala je i druga veza Feredžika preko Ipsale na Kešan, koja nije dodirivala Enos, a do Syracelle (zapadno od Malgare) imala je 38 r. milja (56 km). Čitava Egnatiusova cesta od Drača do Marice imala je miljsko kamenje. Preko Dardanela za vezu sa Malom Azijom, bio je napravljen most na lađama povezanim jakim konopima. Most je bio dug 7 stadija (1294 m) i povezivao je evropsko i azijsko kopno, otkuda je cesta vodila dalje na Istok.

8. POPREČNE CESTOVNE VEZE OD CESTE UZ DUNAV NA SJEVER

Osim uzdužnih cesta u pravcu zapad-istok sagrađene su i veze između Egnatiusove ceste i one uz Dunav prema sjeveru:

a) Kostolac — Tiviscum na Bistri pritoci Tamiša sjeverno od Karansebeša.

b) Milanovac (Taliatis) — Varhely (Samategte).

c) Kladovo preko Apulum (Kalksburg) za Ad Aequas i Paralisso, Apula prema sjeveru.

9. POPREČNE CESTE IZMEĐU DUNAVA I MORSKE OBALE I IZRAVNE CESTE KOSTOLAC — CARIGRAD

a) Od Gigena (Escusa) na ušću Iskera u Dunav jugoistočno od Crajove (preko Trnave) za Anchielo (Anhialis) u Burgaskom zaljevu, dužine od Escusa do Burgaskog zaljeva 327 r. milja (484 km).

b) Od Silistrie preko Provadie vodio je drugi put za Anchielo u Burgaskom zaljevu.

Od Plovdiva do Nicopolisa, današnje Trnave i Iskera (Escusa) iskoristili su Rimljani Šipka klanac između Kazanlika i Gabrova, najniže sedlo u Balkanskom gorju (1334 m).

c) Od Plovdiva do Anchielo u Burgaskom zaljevu.

Kod Plovdiva je ovaj put odvajao od glavnog vojnog puta za Carigrad kod Čirpana (Carassura), pak dolinom rijeke Tundže, prolazio je Staru Zagoru (Beronu) i Alasli (Labilis), a bio je dug 127 r. milja (188 km).

d) Od Jedrena do Anchiela u Burgaskom zaljevu.

e) Od Anchiela do Perintosa (Eregli) bilo je svega 118 r. milja (174 km).

Kako je već spomenuto, Rimljani su se pri polaganju putova i cesta koristili raznim dolinama rijeka, a za prijelaze preko planina najnižim sedlima i klancima i to: Trajanova Vrata kod Ihtimana, Samakov između Bijelog Iskera i Marice, Šipku kod Kazanlika, Demir-Kapu između rijeke Tundže i Kara-Dere na putu iz Slivena za Trnovo (Nicopolis). Može se tvrditi, da su Rimljani bili majstori u trasiranju cesta, budući da današnje ceste i željeznice ukoliko su sagrađene, uglavnom vode istim dolinama i sedlima, kuda su i Rimljani polagali svoje putove i ceste.

10. CESTA UZ OBALU JADRANA, SJEVERNO OD EGNATIUSOVE CESTE, PA OD OVE CESTE SREDINOM BALKANA DO CARIGRADA

a) Od Akvileje do Labina (Albona) i Senja.

Nakon što je Istra postala rimska pokrajina, sagradili su Rimljani cestu uz obalu između Tržića i Dovina do Trsta i produžili je do Pule i Raše, a otud preko Trsata do Senja. Od Labina do Trsata bilo je 34 r. milje, a od Trsata do Senja 40 r. milja, prema tome od Labina do Senja 74 r. milje ili 110 km.

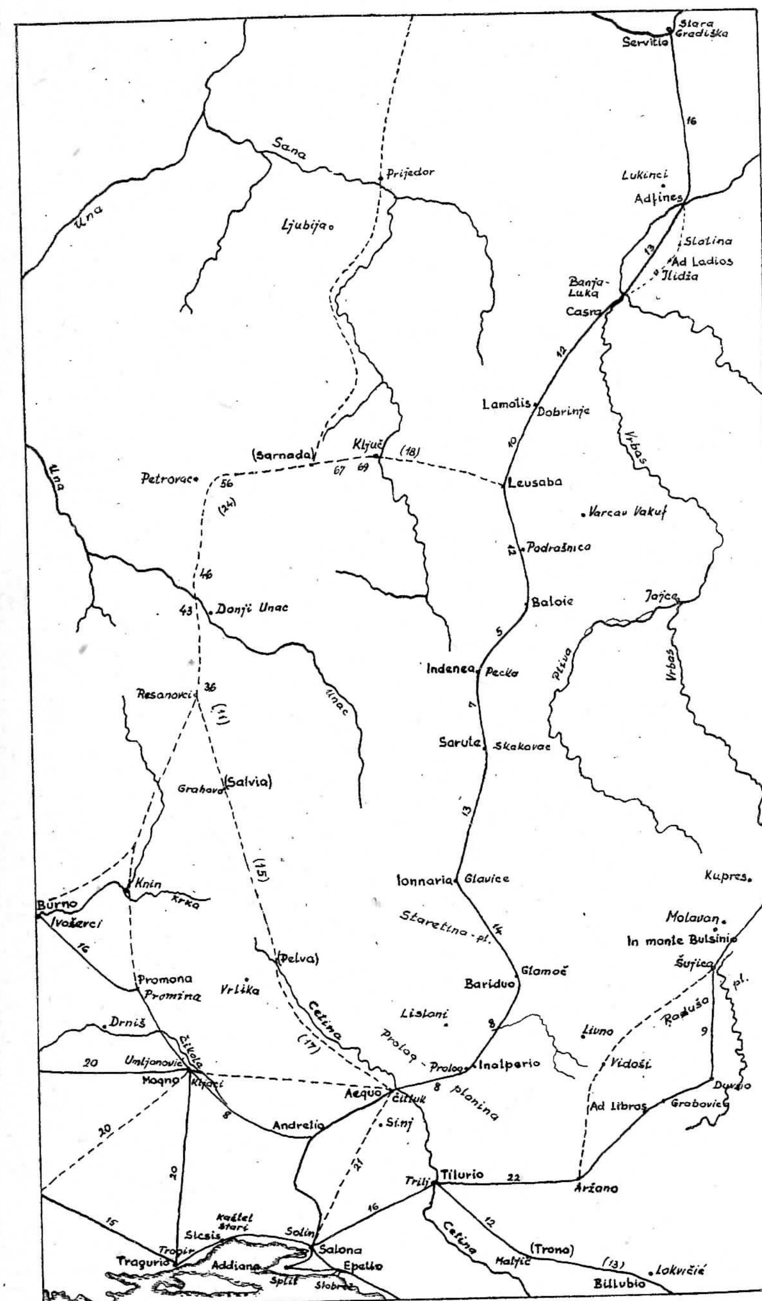
a[1]*)* Od Akvileje do Trsata (kod Rijeke) preko Prošeka (Avesica), Materne (Ad Malum) i Šapjana (Ad Titulos). Ovaj se put kod Prošeka odvaja od puta Akvileja—Pula, a kod Trsata se opet oba spajaju.

a[2]*)* Od Trsata vodi put dalje preko Bakra (Raparia) i Crikvenice (Ad Turres) do Senja (Senia).

b) Od Senja za Solin kod Splita i od Otočca za Sisak.

b[1]*)* Od Senja do Otočca bilo je 30 r. milja odnosno 44 km.

b[2]*)* Od Otočca preko Vitalia (Arippio), Medka, Lovinca (Ausancalione) i Medviđa (Hadre) do Ivoševaca (Burnum), zapadno od Knina, bilo je 95 r. milja (141 km). Lička željeznica od Sinca do Knina skoro se poklapa sa ovim rimskim putom.



Sl. 12. Rimske ceste od Solina do Ivoševaca, Prijedora, St. Gradiške, Šujice, i t. d.

b[3]) Od Ivoševaca do Solina 54 r. milje (80 km).

b[4]) Od Otočca preko Jelvice (Bivium), Modruša, Kamenskog (Romuta), Bratine (Quadrata) i Dogoja (Fines) do Siska 69 r. milja (102 km).

b[5]) Od Siska je vodila cesta dalje desnom obalom Save preko Bačina, Dubice, Stare Gradiške (Servitio), ušća Vrbasa (Urbate), preko Drine na Mitrovicu (vidi tč. 4.).

Kod Stare Gradiške je ulazila u nju cesta iz Solina opisana pod toč 10 *f)*, preko Čitluka, Prologa, Glamoča, Skakavca i Banja Luke (sl. 12.).

b[6]) Kod Ivoševaca se je spajala cesta iz Zadra (Jadere). Cesta iz Senja prema jugu nije išla uz more, već dublje kopnom preko Otočca kroz Liku.

c) Od Zadra do Ivoševaca preko Nadina, Benkovca, Podgrada (Aseria) i Ivoševaca vodila je jedna cesta, dok je druga vodila preko Karina, ali za ovu nema točnih podataka.

d) Od Zadra preko Vrane (Blandona), Bribira (Arausa), Skradina (Scardona), Vrpolja (Lorano) i Trogira (Tragurio) do Kaštel Staroga (Siscis, Sicum) bliže obali imala je 91 r. milju (135 km) i dalje do Solina i Splita.

e) Od Solina preko Omiša (Oneo), Makarske (Inaronia), Podgore (Biston), Gradca za Norin i od Solina preko Trilja (Tilurium), Lokvičića (Bilubium), Tihaljine (Ad Fusciana), Humca (Bigeste) i Vida do Norina imala je 72 r. milje (107 km).

f) Od Solina za Sisak i Mitrovicu vodila je cesta za Aequam (Čitluk) sjeverno od Sinja na desnoj obali Cetine, Alperio u Prologu, Bariduo (Glamoč), Savitte u kotlini Glamoča, Leusaba, La Matis (Dobrinje), sjeverno od Plive i Casra kod Banja Luke, a odovud niz Vrbas do Stare Gradiške (Servitiuma). Ova cesta bila je duga 126 r. milja (178 km). O cesti Sisak—Gradiška (Servitium)—Mitrovica, bilo je govora pod toč. 4.

g) Cesta Trilj, Imotski (Bistuevetis), Mostar (Matricem), a otud preko Konjica (Bistenova), Sarajeva (Stanecli), Zvornika (Ad Drinum), za Mitrovicu.

h) Cesta od Norina (Vida) do Skadra nije ucrtana u Peutingerovoj tabli, ali unesena su imena stanica i brojevi milja među njima. Prema tome jedna cesta vodila je uz more od Norina preko Slana (Asamo), Cavtata (Epidaurum), Risna (Risinum), Kotora (Vinicum descadarum), Budve (Butue), Bara (Antibaris), Ulcinja (Vicinium), do Skarda (Scobre), dok je druga išla preko Trebinja, Grančarova (Leusinos), Podbožura (Salluntum), Nikšića (Sauderuo), Povia (Varis), Orjaluka (Salluntum), Danilovgrada (Nalata), Bridža (Bersumno), Köplikü (Sinua) do Skadra (Scobre), a bila je duga 118 r. milja (175 km).

Prema udaljenostima ova imena odgovaraju mjestima: Trebinje, Cetinje, Žabljak i Skadar, a to odgovara i terenu, kojim se mogao taj put položiti.

i) Od Skadra na Lješ (Lissus) do Drača (Dyrachium). Ova je cesta duga 85 milja (126 km) i spaja se kod Drača sa Egnatiusovom cestom, koja otud vodi za Solun i Bizant.

k) Od Lješa do ušća Drima uz Jadransko more, pak preko Niša do Dunava vodi cesta na Puka (Picariu), Spaš (Creveni), Lumna (Gabuleo), Therandu sjeverno od Prizrena, Lipljan (Viciano), Ad Fines, Hameo, Ad Herniculum do Niša u duž'ni od 210 r. milja (311 km). Od Lumne išla je cesta Bijelim Drimom i zapadnim podnožjem Šar planine do Prizrena, Kosovim Poljem kod Prištine, po svoj prilici preko Merdara ili Prepolca na Kuršumliju i Prokuplje do Niša. Iza Niša ulazi cesta u dolinu Timoka do Lom Palanke (Rataria), t. j. do njegovog ušća u Dunav, a duga je 81 r. milju (120 km).

l) Od Bitolja i Soluna na Egnatiusovoj cesti do Sofije i Scune kod Niša.

Od Bitolja vodila je cesta preko Prilepa, Babune i Kumanova do Stobia, važne raskrsnice u Pelagoniji, nešto južnije od Gradskog na ušću Crne rijeke u Vardar, a imala je 57 r. milja (84 km). Otud je cesta vodila dalje do Sofije, a imala je 128 r. milja (190 km). Od Stobia je vodila i druga cesta do Scunisa, današnjeg Leskovca niže Niša, dužine 112 milja (166 km). Od Soluna je također vodila cesta za Stobi, a imala je 88 milja (130 km).

m) Od Philippis do Seresa (Heraclea sintica) u bogatoj dolini Augiste i Strume imala je oko 53-55 r. milja (79-82 km).

n) Od Enosa (Aenos) do Jedrena (Hadrianopolis) vodila je cesta dolinom rijeke Marice. Pred Dimokitom je prelazila sa lijeve na desnu obalu, da se pred Enosom vrati opet na lijevu. Dužina joj je bila 68 r. milja (99 km). Od Ipsale i Enosa išle su ceste na istok i spajale su se kod Syracelle.

11. CESTE JUŽNO OD EGNATIUSOVE CESTE

a) Od Apollonie do Actianopolisa.

Od Apollonie nešto sjevernije od Valone prema Draču vodila je jedna cesta prema jugoistoku uz more do Actianopolisa, koji je ležao sjeverno od Prevese i ulaza u zaljev Arte, dok je druga išla više u unutrašnjosti dolinom Vojuše do njezina izvora, pak na Actianopulis. Prema drugom izvoru išla je cesta uz Vojušu samo do utoka Drinosa, pak njegovom dolinom u pravcu Janine, a otud ravno do zaljeva Arte, čija se dužina slaže sa rimskom dužinom od 166 r. milja (246 km).

b) Od Actianopolisa (kod Arte) do Larise.

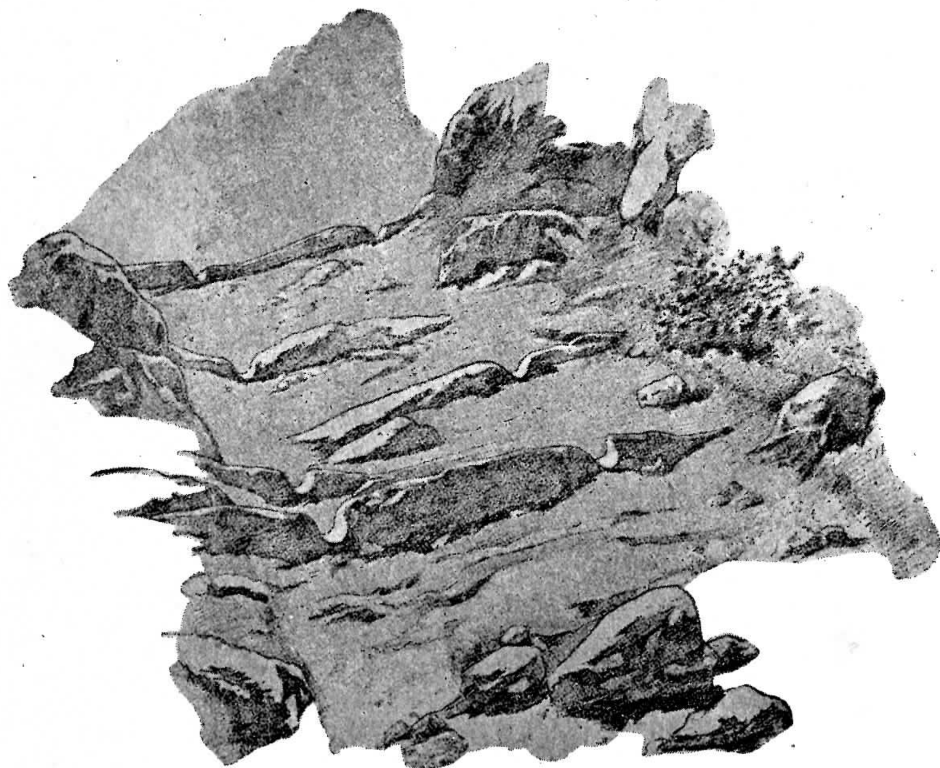
Ova cesta spaja obalu Jadrana sjevernim dijelom Grčke sa Larisom, glavnim gradom Thesalije.

Ona prelazi Pindos i spušta se u Thesalsku dolinu, najravniji i najbogatiji dio Grčke, da se uskom dolinom Tempe probije do Egejskog mora.

Cesta nije točno unesena u Peutingerovu tablu, a ni njezina dužina sa 70 r. milja ne odgovara i morala bi biti barem dvostruka. Vjerojatno, da je cesta iz Arte vodila dolinom Artinosa pak skretala na istok do rijeke Asprosa, prelazila preko nje i preko planine Pindosa, pak se spustila u dolinu Peneiosa i između Olimpa i Osse rijekom Tempe vodila dalje do mora.

c) Od Larisse do Pelle (Jemidže Vardar).

Ova je cesta vodila od Pelle na Veriu, Katerinu, Platamonu, kroz defile rijeke Salamorias do Larisse. Iza Verije prelazila je rijeku Vistricu, koja teče od jezera Kastorije, sa južne strane obilazi brdo Vuronon, te u sjeveroistočnom pravcu slijedi do Solunskog zaljeva.



Sl. 13. Žljebovi rimskog puta uklesani u bosanskom kršu u blizini Donjeg Unca

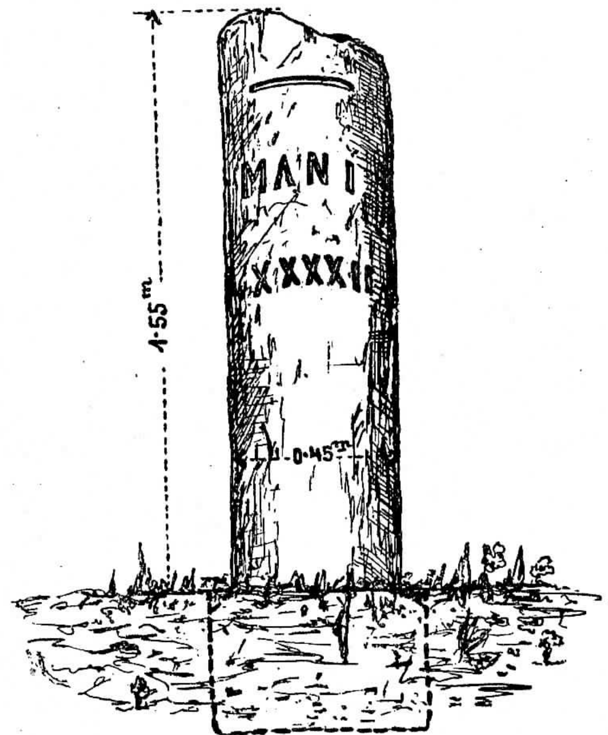
d) Od Actianopolisa do Megare.

Ovaj put je vodio od Arte preko rijeka Achelos, Enenenos i Marnos, pak sjevernom obalom Korintskog zaljeva preko Anticyrae u zaljevu Aspra (Spitia) do Megare u Saronskom zaljevu, oko 30 km zapadno od Atene.

e) Od Larisse do Megare.

Ova je cesta vjerojatno vodila od Larisse prema Volosu pak je zaobilazeći zaljev Lamio prolazila Termopile južno od toga zaljeva, a otud za Megaru. Dužina ove ceste odgovara njezinoj dužini u Peutingerovoj tabli i to: 241 r. milju (356 km).

Ovdje smo ukratko prikazali rimske putove na Balkanu, koji su bili građeni u vojne svrhe kao i za izmjenu dobara italskog poluotoka sa balkanskim narodima, te bližim i daljim Istokom. Pored spomenutih bilo je još vrlo mnogo rimskih putova u raznim našim krajevima. Mnogi od njih

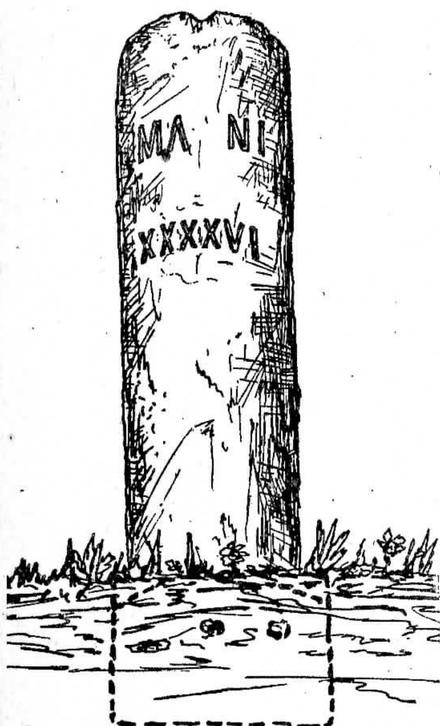


Sl. 14a. Miljsko kamenje rimskog puta kod Crvljice u Bosni

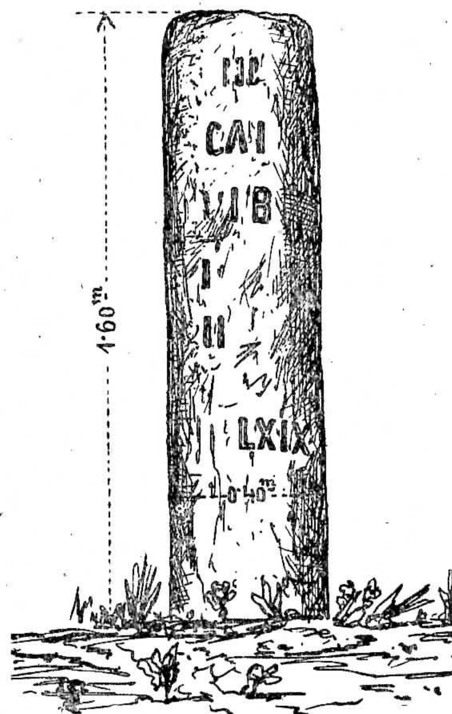
u Bosni i Hercegovini opisani su u »Glasniku« Zemalj. muzeja u Sarajevu, a tako i put iz Solina za Prolog, preko donjeg Unca i Petrovca u dolini Sane, koji je bio sastavni dio čitave mreže putova u tom kraju. Na jednom dijelu ovog puta kod Dugopolja vide se u dalm. kršu kolotečine r. puta, a i dvostruke kolotečine gdje su se izmjenjivale karavane, što je opisano u Vjesniku arheol. muzeja u Splitu od god. 1902. O tom putu iznosimo neke podatke i slike po »Glasniku« od januara 1891. g.

Rimljanima su služili ti putovi da eksploatiraju te naše krajeve i kao prolazni putovi, da preko njih stignu od istočne obale Jadrana, u Posavinu i Podunavlje.

Kako prikazuje slika 13., vide se u našem neravnom kršu usječeni uporedni glatki žljebovi, na stalnom odstojanju od 1.20 m jedan od drugoga,



Sl. 14b Miljsko kamenje rimskog puta kod Crvljice u Bosni



Sl. 14c. Miljsko kamenje rimskog puta kod Crvljice u Bosni

gdjegod su neravnosti krša izvirivale iznad ravnije površine. Nije isključeno, da je između žljebova bila postavljena kaldrma ili kakav drugi zastor, ali se tragovi od toga nisu našli. Vjerojatno je i to da su vjetar i voda odnijeli zemlju između stršećeg kamenja, a žljebovi ostali viši od ravne površine.

U Donjem Uncu, u čijoj blizini je taj put prolazio, nađeno je rimskog novca, starih rimskih grobova i više komada miljskog kamenja (sl. 14. a, b, c), a nađeno ih je uz put između Donjeg Unca i preko Crvljice do Sanskog Dola 14 komada, od kojih je jedan miljski kamen bio prenijet u Petrovac. Udaljenost između pojedinog miljskog kamenja iznosila je 1000 dvostrukih koračaja ili cca 1500 m. I kod Livna je nađen u Han Prologu jedan takav miljski kamen XXX, a to znači da je bilo od Solina dotud trideset rimskih milja (45 km), što odgovara daljini cestom od Solina preko Sinja prema Livnu.

Kako je već kazano, širina kolotečine je bila 1.20 m, širina žljebova je 15 cm, a dubina im je 15—25 cm, zavisna od visine stršećeg kamena. Miljsko kamenje ima u promjeru oko 45 cm, a visina mu je od temelja do vrha cca 1.55 m.

Po toj trasi rimske ceste vodio je i jahaći put, a sagrađena je i nova cesta, što je dokaz, da su već stari Rimljani znali, da odabiru pravilnu i prikladnu trasu puta.

Na miljskom kamenu sl. 14 b) vidi se na vrhu uklesan žlijeb, pak se drži, da je taj žlijeb pokazivao smjer puta u nastavku.

Rimljani, za razliku od mnogih drugih starijih naroda, polagali su veliku važnost izgradnji dobre cestovne mreže do granica carstva i tim, za ono doba vrlo povoljnim saobraćajnim sredstvima, imadu da zahvale dugi vijek i prostranstvo carstva. Oni su imali na svojim cestama državnu poštu, kojom su prevozili putnike i raznu robu do u najudaljenije predjele. Od jednostavnih nogostupa i poljskih putova, kakve su upotrebljavali drugi narodi, Rimljani su svoje putove izgrađivali i dotjerivali do visokog stepena radi toga da ubrzaju i pojeftine prijevoz ljudi i robe.

B. RAZVOJ I IZGRADNJA RIMSKIH PUTOVA

Od uskih nogostupa za pješake i tegleće životinje, poravnanjem puta i uklanjanjem zapreka na njemu, kamenja, stabala, grmlja, neravnosti i sl., premoštenja potoka i rijeka, napuštanja širokih neutrtih putova u ravnici, nastalih jedan do drugoga nakon prolaza svake karavane, u dubokom blatu iza kiše i prašine za suha vremena, Rimljani su prešli na određivanje i utvrđivanje trase puta, koji je postao omeđeno javno dobro. Sredina puta bila je određena za vojne transporte i terete, koje su vukle tegleće životinje, a sa strane su bili hodnici za prolaznike (pješake). Širina puta zavisila je od njegove namjene, a bila je od 10—120 stopa, u kolonijama za glavne ceste do 40 stopa. Na mnogim mjestima srednji dio puta bio je pošljunčen ili pokaldrmisan.

Za pogon blaga i za vojsku, uključivo i njezinu opskrbu, građen je čvrsti stroj puta, po kojem su se kretala vozila, a vukli su ih volovi ili konji. Širina mu je bila 3.50—4.00 m; kako bi se vozila mogla mimoići. U blizini gradova su se uz cestu pravili i popločani hodnici za pješake. Manje važne ceste bile su redovito pošljunčene, dok su važnije bile kaldrmisane. Počelo se sa ugrađivanjem kamene podloge, na koju se nanosio šljunak i valjao teškim valjcima. Ovakve su ceste bile trajnije i mnogo bolje. Od nemoglo doći. Opravci kaldrme, nakon što bi se istrošila ili ulegla, bili su teški. Zbog toga što se često kamen dovozio iz većih daljina, ravne kaldrme prešlo se na ravnu, zbog manjeg otpora pri teglenju, a da se ona previše ne haba, kaldrma se pravila od tvrdih vrsta kamena ukoliko se do takvih

nastojalo se usavršiti pošljunčenje, pak su se uvaljane ceste na kamenoj podlozi sve više upotrebljavale.

Od horizontalne podloge prešlo se na vertikalnu, u koju bi se valjanjem klinasto zbio šljunčani zastor razne krupnoće, krupniji pak sve sitniji prema površini, kako se i danas grade takve ceste. Debljina gornjeg sloja puta iznosila je 30—40 cm. Sa strane umetano je rubno kamenje i kolobrani. Način građenja putova i cesta prilagođivao se je prirodi predjela, kuda se gradilo. Osobito u kršovitim predjelima Dalmacije i Bosne, poravnano kameno tlo bila je podloga puta, a često i sam put u koji su usjecani žljebovi - kolotečine (sl. 13). Često se i kod nas nailazi na debeli trup puta, ali tako nije građen sam gornji stroj puta, već je ta debljina nastala dosipavanjem ili poravnavanjem izhabane podloge.

Premda su stari Rimljani imali nadzornike putova i putove dobro održavali, taj se rad nije redovito vršio, već tek onda, kad je put zbog neravnosti, blata i prašine bio skoro neuporabiv. Tada bi se na to blato i prašinu naslagalo temeljno kamenje (podloga), a na to razni slojevi debelog i sitnijeg šljunka i pijeska, pak uvaljali. Tako su nastali na putovima slojevi, za koje se pogrešno držalo, da je takva konstrukcija samog puta.

Daljnje usavršavanje rimskih putova bilo je smanjenje uspona, njihovo izjednačivanje i izbjegavanje čestih lomova nivelete puta. Da se to postigne, gradili su se nasipi i prosijecali usjeci, obilazila viša brda i dublje doline. Dok su prvi rimski putovi bili građeni više u pravcu i u ravnoj liniji prelazili doline i bregove uz jače nagibe, noviji putevi od Trajana dalje (oko 100 g. n. e.), polagani su pravilno. Brdske ceste su se stalno penjale ne mijenjajući uspon do prijelaza vododijelnice, zaobilazile su zapreke, da usponi budu manji (8%), i pravljeni su zaokretaji. Mnoge važne željezničke linije novijeg doba položene su po trasi rimskih putova.

II. CESTE U SREDNJEM I NOVOM VIJEKU

Propašću rimskog carstva rimski su putovi zapušteni. Novi se nisu gradili, a stari nisu održavani pa su propadali.

Srednji vijek pun zaostalosti povratio se na nogostupe za pješake i jahače. Gradnja putova ustupila je mjesto gradnji crkava i manastira. Transportna sredstva su postala nosila, leđa čovjeka i životinje, a putovi su odgovarali tim primitivnim saobraćajnim sredstvima.

Tek mnogo kasnije, u X. vijeku, gradnja cesta u Evropi počinje dobivati na zamahu naročito u gradovima.

U VIII. vijeku Arapi u Španiji i Africi grade dobre putove, bolje od rimskih. Njihovi su putovi imali nadvišene staze za pješake, odbojno kamenje, jarke za odvod vode, a gornji stroj puta bio je šosiran ili potaracan.

Kod nas su se u XII. vijeku — za Nemanje — počeli uređivati putovi, i razvila se živa trgovina sa naših obala na Istok. Putovi se uređuju uglavnom za konjske karavane i pješake. To su bili ovi putovi:

a) Dubrovnik — Trebinje — Bileće — Gacko — Sutjeska — Foča — Plevlje — Sjenica — Trgovište — Ibar — Niš. Ovaj se put održao do današnjega na mnogim njegovim dijelovima i zove se Dubrovački put.

b) Ušće Neretve — Konjic — Visoko — Olovo — Borača — Kušlat — Zvornik — Mitrovica.

c) Bar — Budva — Kotor — Cetinjsko polje — Onovište — Brskovo i mnogi drugi putovi.

U XIV. vijeku dolaze na Balkan Turci, koji popravljaju stare putove i grade nove. Iz toga vremena potječu neki mostovi, koji su se i do danas održali, na primjer onaj u Mostaru i Višegradu te mnogi drugi u Bosni, Sandžaku i Makedoniji.

Koncem XVIII. i početkom XIX. vijeka dolazi do jačeg izražaja pravi značaj cesta, pa prema tomu i sama njihova izgradnja.

Godine 1775. Francuz Tressaguet objelodanio je upute za građenje tucaničkih putova, a cestovno se tijelo utvrđivalo valjcima sa konjskom vučom.

U Engleskoj Telford gradi putove pravilno postavljenim kamenim temeljem (podlogom) i na njemu uvaljanim tucanikom. God. 1820. Mac Adam gradi ceste samo iz uvaljanog tucanika, koje su po njemu dobile ime makadam-ceste.

Značajan napredak dostiglo je građenje cesta za Marije Terezije i Napoleona, koje su im služile za ratne pohode. Napoleon je izgradio čitavu putnu mrežu u Francuskoj i ostalim krajevima, koje je osvojio. On je obnavljao stare rimske putove, pa među ostalim i onaj preko Simplona u Alpama. Za Napoleona je izgrađena sredozemna cesta u Dalmaciji.

Do jačeg razvoja cestovne mreže u Hrvatskoj dolazi tek poslije oslobođenja od Turaka. Prva cesta od veće gospodarske važnosti bila je takozvana Karolinska cesta, koja je vodila od Rijeke do Karlovca, a koja je započeta 1726. godine. Godine 1750. izgrađena je cesta Zagreb—Karlovac. Ta se cesta može smatrati našom prvom modernom cestom. G. 1753. započeta je gradnja ceste od Zagreba do Križevaca, Bjelovara i Koprivnice. Istodobno se izgrađuje i posavska cesta Zagreb — Ivanićgrad — Novska — Nova Gradiška — Brod — Vinkovci — Mitrovica — Ruma — Zemun sa odvojcima za Osijek i Petrovaradin.

Godine 1756. rekonstruirana je cesta Karlovac — Gospić, a 1774. započeta je rekonstrukcija ceste Karlovac — Senj, jer je Karolinska već bila izvan upotrebe.

Ona je vodila od Karlovca na Generalski Stol — Josipdol — Jezerane — Žuta Lokva — Vratnik do Senja. To je takozvana Jozefinska cesta.

Godine 1786. gradi se cesta Gospić—Oštarije—Karlobag, a odavle uz obalu preko Jablanca i Sv. Jurja do Senja, odakle je preko Novog do Rijeke Filip Vukasović već bio izgradio poštansku cestu. Vukasović je projektirao i cestu Otočac—Perušić—Sv. Rok—Gračac—Zadar.

Kad je napuštena Jozefinska cesta, projektirao je Vukasović takozvanu Lujzinsku cestu Karlovac — Sušak. Ta je cesta u ono doba smatrana remek-djelom ne samo kod nas, nego u čitavoj Evropi. Široka je 8 m, a trasa je položena u relativno blagim usponima, pa još i danas predstavlja našu najbolju vezu sa morem. Predana je saobraćaju 1809. godine.

Izumom željeznice i njezinim brzim razvitkom izgubile su ceste ono značenje, koje su dotada imale kao jedini nosioci saobraćaja s razloga, što se parni stroj nije mogao uspješno iskoristiti za cestovna vozila. Ceste su tada služile više kao privoz željeznici.

Početkom ovog stoljeća, kada su motorna vozila, pronalaskom eksplozivnog motora, postala uporabiva za cestovni saobraćaj, značenje cesta počelo je opet rasti. Naročito poslijeratnim brzim razvitkom automobilizma i automobilskog saobraćaja ceste su ponovno dobile svoje ogromno značenje.

Kako se razvijao motorni saobraćaj poslije I. svjetskog rata, pokazuje nam ova tabela:

Zemlja	Broj motornih vozila 1914.	Broj motornih vozila 1927.	Porast prema 1914.
USA	1,700.000	22,001.000	13,0 puta
Engleska	240.000	1,024.000	4,25 „
Francuska	100.000	891.000	8,90 „
Kanada	69.500	820.000	11,80 „
Njemačka	69.000	369.000	5,35 „
Italija	12.000	138.000	11,50 „

Pred drugi svjetski rat, uračunavši i osobne i teretne automobile, otpadalo je: u Njemačkoj na 44 stanovnika, u Francuskoj i Engleskoj na 19 stanovnika, a u USA na svaka 4 stanovnika po jedan automobil.

Nagli razvoj motornog saobraćaja u pogledu čvrstoće i trajnosti ceste, kao i u pogledu ekonomičnosti i sigurnosti saobraćaja, povećao je zahtjeve do tolike mjere, da stare ceste tim zahtjevima nisu mogle udovoljiti. Nastaje hitna potreba izgradnje novih suvremenih cesta, koje će biti u stanju da udovolje tim povećanim saobraćajnim zahtjevima.

Velike brzine i velika opterećenja zahtijevaju čvrste i ravne cestovne površine, blage uspone i zavoje, koji omogućuju dobru preglednost i garantiraju sigurnost prometa.

U građenju cesta nastaje krupan preokret. Nove ceste se grade po novim principima, a stare se pregrađuju - rekonstruiraju da bi udovoljile suvremenim saobraćajnim potrebama.

U bivšoj Jugoslaviji po svršetku I. svjetskog rata putna mreža bila je u vrlo lošem stanju, a među pojedinim pokrajinama nije uopće postojala veza.

Tadanje vlasti su pristupile izgradnji novih i popravku starih makadamskih cesta, te je u vremenu od 1918. do 1930. izrađeno što novih, a popravljeno starih makadamskih putova oko 1500 km.

Povećani motorni saobraćaj i ekonomska kriza 1929. prisilila je vlasti, da pristupe većim javnim radovima te dolazi do pojačanog tempa u izgradnji cesta sa modernim kolovozima i savremenijim elementima trase, t. j. pruženijim trasama sa blagim krivinama i usponima, boljom preglednosti, bez prijelaza u nivou i prolaza kroz naseljena mjesta i t. d.

God. 1930. stvoren je program radova, a financiranje se vršilo nešto iz redovnog budžeta, a većim dijelom iz zajmova. Stvoren je takozvani »putni fond« po ugledu na druge kapitalističke zemlje, koji je trebao osigurati prihode za modernizaciju cesta. Prihodi putnog fonda bile su razne takse za iskorišćivanje cesta, takse na cement, benzin i t. d.

Po tom programu pristupilo se projektiranju i građenju, odnosno modernizaciji ovih putova:

Horgoš — Subotica — Novi Sad — Beograd — Mladenovac — Topola.

Crveni Krst — Niš — Niška Banja.

Sušak — Kraljevica — Novi; Karlobag — Obrovac; Šibenik — Trogir — Split.

Zagreb — Sesvete — Dugoselo; Zagreb — Sv. Nedjelja — Samobor.

Ljubljana — Kranj.

Beograd — Pančevo; Skoplje — Veles.

Maribor — Št. Ilj.

Do konca 1939. godine bilo je izgrađeno ili još u gradnji putova:

110 km sa cement-betonskim kolnikom,

194 km sa asfaltnim kolnikom,

160 km sa sitnom kockom,

266 km sa makadamskim kolnikom.

Drugi svjetski rat prekinuo je daljnju izgradnju. Po Oslobođenju pristupilo se izgradnji novih i rekonstrukciji postojećih cesta takvim tempom, kakav se u staroj Jugoslaviji nije mogao ni zamisliti. Samo u Hrvatskoj se u toku 1946. i 1947. izgradilo:

Rekonstrukcija donjeg stroja i moderni kolnik Sesvete—Komin (26 km) i popravak oštećenog asfaltnog kolnika Komin—Varaždin—granica u duljini od cca 95 km.

Rekonstrukcija i modernizacija kolnika Zagreb—Karlovac (56 km), nastavak rekonstrukcije Jadransko turističke ceste na dijelovima: Novi—Senj, Karlobag—Senj, Split—Makarska—Ploče—Metković, zatim Dugoselo—Božjakovina, Božjakovina—Vrbovec, Karlovac—Slunj, Mohovo—Šarengrad i t. d.

Kao najveći zadatak prvog Petogodišnjeg plana je izgradnja 380 km dugog autoputa Beograd—Zagreb, koji je otvoren VII. mjeseca 1950 g.

Prema Petogodišnjem planu ima se izgraditi 500 km novih putova sa kolovozom za srednja opterećenja, 600 km putova sa savremenim kolovozom za teški saobraćaj, izvršiti opravku tucaničkog kolovoza u dužini od 10.000 km i veliku opravku savremenih kolovoza na dužini od 150 km.

Planirana je rekonstrukcija tucaničkog kolovoza sa izradom kamene podloge na dužini od 400 km, zatim modernizacija tucaničkog kolovoza na dužini od 1000 km i rekonstrukcija postojećih putova na dužini od 250 km. Predviđena je izgradnja novih mostova u armiranom betonu u dužini od 700 m, obnova željeznih mostova od 1450 m i mostova u armiranom betonu od 12.000 m.

III. O POSTANKU PUTOVA I VOZILA

Uporedo sa razvojem tehnike, usavršavala su se i sredstva saobraćaja: suhozemni i vodeni putovi, željeznice, pošta, telegraf i telefon, zračni saobraćaj, sa svim pomagalima: leđa čovjeka i životinje, nosila, seoski putovi, na njima kola i saonice, ceste sa zemljanom, utrtom i čvrstom podlogom, po njima kola, kočije, automobili i druga motorna vozila, šinjski putovi, na njima konjski pogon, parnim i električnim lokomotivama i vagonima; brodovi na vesla, jedra i na mašinski i motorni pogon, brzojav sa i bez žica; aeroplani, zračne lađe i t. d.

Saobraćajna sredstva omogućuju lakšu izmjenu ljudi, misli i dobara te prodiranje kulture u najzabitnije dijelove svijeta jeftino, sigurno i brzo.

Usavršavanjem saobraćajnih sredstava nestaje daljine. Time nije rečeno, da se smanjuju geografske udaljenosti, ali se skraćuje vrijeme potrebno, da se ta udaljenost prevali. Olakšava se mogućnost prijevoza, smanjuju se troškovi i omogućuje se brži, laganiji i udobniji prijevoz ljudi i robe. Produkcija se podiže, pojeftinjuju se potrebe pučanstva, a namirenje tih potreba postaje lakše.

Zadatak inženjera i tehničara je usavršavanje sredstava saobraćaja i to: iznalaženje najpovoljnije trase i izgradnja odnosnog saobraćajnog puta i vozila, da otpori pri teglenju, utrošak pogonskog materijala i sile budu što manji, da se smanje troškovi transporta, da se uz potpunu sigurnost omogući brz, redovit i jeftin prijevoz velikih količina robe i ljudi na manje i na veće udaljenosti.

Koliko je olakšan rad čovjeka izumom i usavršavanjem saobraćajnih sredstava pokazuje slijedeći primjer:

Učinak rada čovjeka je u srednju 6.3 m/kg/sek ili 1/12 dio 1 HP. Za 1 sat izvrši čovjek 22.680 m/kg, a za 8 sati rada oko 181.440 m/kg.

Konj izvrši 75 m/kg/sek/, za 1 sat 270.000 m/kg, a u jednom radnom danu od 8 sati (sa počitkom 10 sati) oko 2,160.000 m/kg.

Mašinski rad je ovisan o jakosti mašine i čim je ona jača, ona je i savršenija, a njezin je rad jeftiniji.

Prema Osthoffu:

a) rad mašine koja neprekidno radi i kod velikih instalacija stoji za 10.000 m/kg (kod srednjih i manjih je rad skuplji) 0.30 pfeniga

b) rad konja za 10.000 m/kg 3.50 pfeniga

c) rad čovjeka za 10.000 m/kg 19.00 pfeniga

što može da posluži kao omjer razlike troškova između mašinskog, životinjskog i čovječjeg rada. Iz toga slijedi da je životinjski rad oko 12 puta skuplji od mašinskog, a čovječji oko 63 puta skuplji, pak je čovjek usavršio mašinu.

Osim usavršenja mašine usavršila se i podloga — put, da se smanje otpori. Dok je koeficijent otpora trenja μ na zemljanom putu oko 1/7 = (0,150), on iznosi na pokaldrmisanoj cesti 1/60, na ravnoj asfaltnoj cesti 1/133, a na dobro položenim željezničkim šinjama 1/250. To znači, da će se s jednakim utroškom sile moći izvući na željezničkim šinjama 36 puta veći teret, od onoga na zemljanom putu. Usto je rad mašinom za 63 puta jeftiniji od čovječjeg.

Teretna kola s jednom konjskom spregom, mogu da prevale za 24 sata u jednom radnom danu od 10 sati (uz odmor), računajući brzinu hoda konja sa 60 m/min, oko 30 km puta, a sa tri smjene oko 100 km za 24 sata. Teretni voz, uza sva stajanja može da za 10 sati vožnje prevali oko 300 km puta, a kroz 24 sata 700—800 km, čime se ušteđuje mnogo vremena i omogućava prijevoz pokvarljive robe na velike udaljenosti. Nastojanje da se prijevoz omogući čim brže i jeftinije, i na veće udaljenosti, navelo je čovjeka da gradi putove sa čvrstim i glatkim kolovozom, a kola sa savršenim točkovima, glavčinama i osovinama, kao i šinjske putove-željeznice, kod kojih su otpori još mnogo manji.

a. RAZVITAK ŠINJA

Egipćani su gradili kamene ceste za dovažanje kamenih blokova za gradnju piramida, a Rimljani i Grci su imali na svojim putovima kolotečine, da smanje otpor pri teglenju.

Sl. 9. prikazuje pokaldrmisanu rimsku cestu kod Akvileje zapadno od Istre sa žljebovima, u sredini za tegleću životinju, sa strane za točkove vozila, a na rubnom kamenju bili su hodnici za pješake.

Sl. 13. prikazuje žljebove rimskog puta uklesane u neravnom našem kršu u blizini donjeg Unca u Bosni.

Od gornjih kolotečina razvila se šinja. Nastojalo se fiksirati podlogu i brazdu, kojom su se kretali točkovi, da ona bude ravna i da pravi što manji otpor pri teglenju.

U XVI. stoljeću nailazimo na preteču šinja u rudnicima.

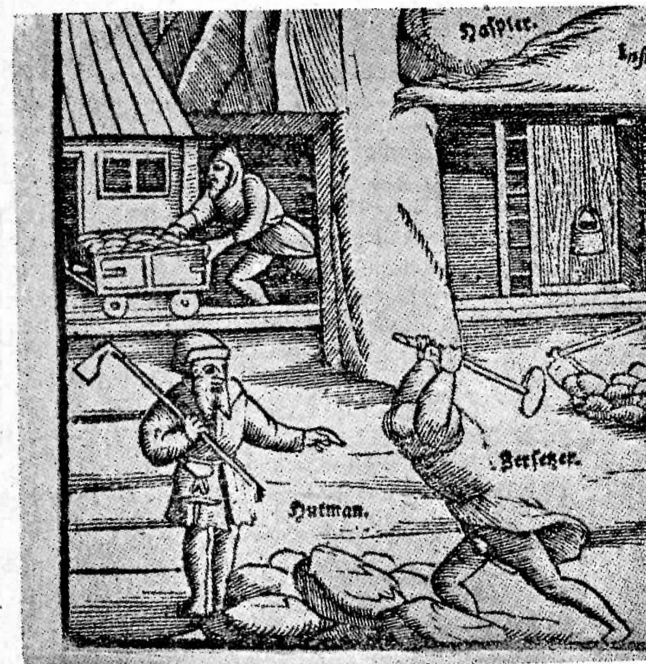
Sl. 15. prikazuje platnice po kojima se kreću tačke da otpor bude manji.

Sl. 16. prikazuje vagoniće i platnice ili grede obložene platnicama na pragovima.

Tačke i vagonići oblika su kao i današnji.



Sl. 15. Prijevoz tačkama po platnici

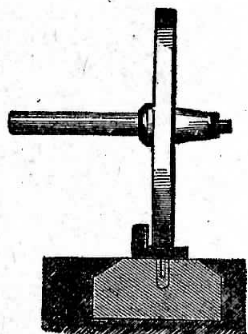


Sl. 16. Vagonići po gredama obloženim platnicama u rudniku

Agricola prikazuje u svojoj knjizi Bergwerksbuch, objelodanjenoj u Chemnitzu 1557. god. točkove kola, na kojima je sa strane pričvršćena kružna ploča, nešto veća od točka. Ona pravi oko točka rub, koji ne dozvoljava silaženje sa grede vodilje, slično današnjim točkovima kod željezničkih vozila. Potrošak drva bio je velik. Godine 1767. pale su cijene



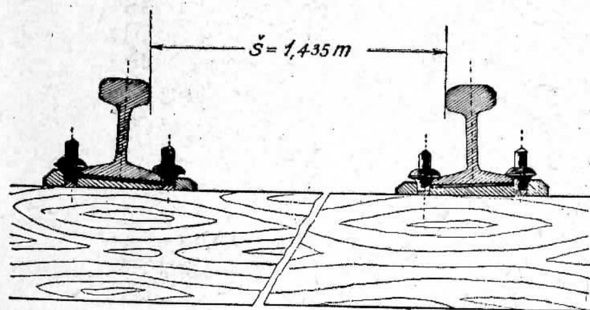
Sl. 17. Ploče od ljevenog željeza kojima su oblagane grede



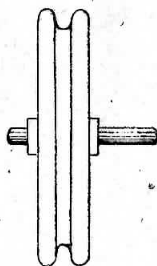
Sl. 18. Benjamin Curr-ova kutna šinja

željezu. Reynolds vlasnik željezare Cole-Brook-Dale mjesto drvom oblaže grede pločama od ljevenog željeza u namjeri, da ih opet upotrebi, kad se dignu cijene željezu. Kod toga je ustanovljeno, da je po tim pločama otpor pri teglenju manji nego li kod drva kao podloge i štedi se drvo, pak su upotrebljene na svim kolosijecima u rudniku.

Kod ovih ploča nije bilo fiksne kolotečine. Vidi sliku 17.



Sl. 19. Normalna kolotečina



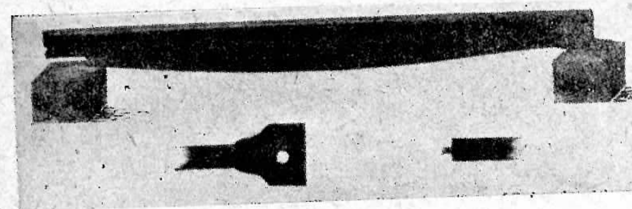
Sl. 20. Točak sa žlijebom

Da bi spriječio iskliznuće točkova, Benjamin Curr je upotrebio vrstu šinje oblika kutnog željeza (slika 18.). Ravna je ploha pričvršćena na gredi a uzdignuti rub vodi točak.

Razmak između stalaka bio je 5 stopa. Nedostatak ovakvih šinja je bio taj, da se je u ćošku sakupljalo blato i smeće. Od ovoga razmaka između

stalaka došlo se je na današnju normalnu kolotečinu, koja je primijenjena skoro na svim željeznicama svijeta, a iznosi 4′ 8,5″ = 1,435 m (sl. 19.).

God. 1789. povratio se je Jessop točkovima sa žlijebom dubokim 2—3 cm (s obostranim vijencem). Rubovi su sprečavali iskliznuća, ali su se previše habali (sl. 20.).

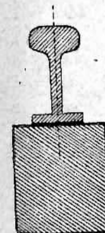


Sl. 21. Isprsita šinja

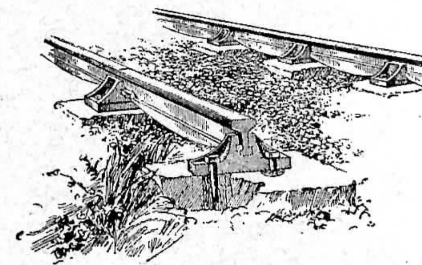
God. 1800. je Benjamin Outram (Utrem = tramvaj) upotrebio isprsite šinje na pruzi Little—Eton. Ove šinje su bile od ljevenog željeza, a duge 91.5 cm. One su ležale na kamenim klesancima, ali budući da su bile iz ljevenog željeza često su pucale (sl. 21.).

Presjek Šinja

Sl. 22. Šinja četvornog prijesjeka



Sl. 23. Šinja prijesjeka gljive



Sl. 24. Šinje na pruzi Liverpool—Manchester

God. 1805. je Nixson počeo upotrebljavati šipke iz kovanog četvornog željeza (četverouglatog) prijesjeka 1″—2″, (2,5—5 cm). Bridovi ovih šinja su kvarili točkove. Niti njezin prijesjek nije odgovarao (sl. 22.).

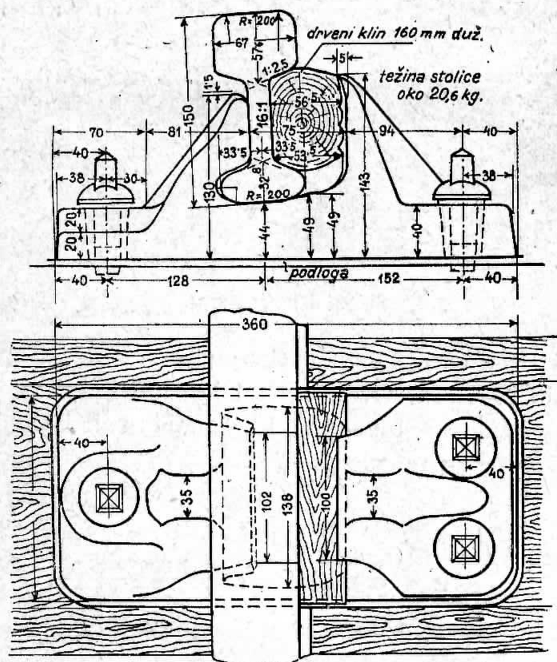
God. 1820. je John Berkinsshaw u željezari Berlington izumio taganje (valjanje) željeza.

Prve šinje imale su oblik gljive (slike 23. i 24.). Bile su duge 12′, 15′ do 18′ (3.36—5.49 m), a ležale su u papučama na kamenim klesancima.

Takve su bile šinje na pruzi Liverpool—Manchester.

God. 1830. je Robert Stephenson izumio šinju s dvije glave. (sl. 25.).

Ovakve šinje su još i danas isključivo u uporabi u Engleskoj, a djelomično u Francuskoj i u Njemačkoj.



Sl. 25. Šinja sa dvije glave

Amerikanin Stevens izumio je današnju širokonožnu šinju, koja je u početku rađena od tvrda drva (slika 26.).

Charles Vignoles prenio je ovu šinju u Evropu, a valjana je iz željeza i nazvana je po njemu Vignolova šinja. Težina im je od 5—60 kg/m'. Razne prijesjeke Vignolove šinje prikazuje slika 27.

Za šinje na tramvajima, čiji su kolosijeci položeni po cestama u gradovima upotrebljavaju se žljebaste šinje (slika 28.), da ne bi upadali točkovi cestovnih kola.

Koncem XVIII. i početkom XIX. stoljeća. počelo je građenje željeznica. Putovi su se gradili samo kao pristupni ili privozni do željezničkih stanica za alimentiranje željeznica. U Engleskoj gradili su se tada kanali, koji su bili zavisni od množine vode, a željeznice su se upotrebljavale samo u rudnicima, oko njih i do pristaništa.

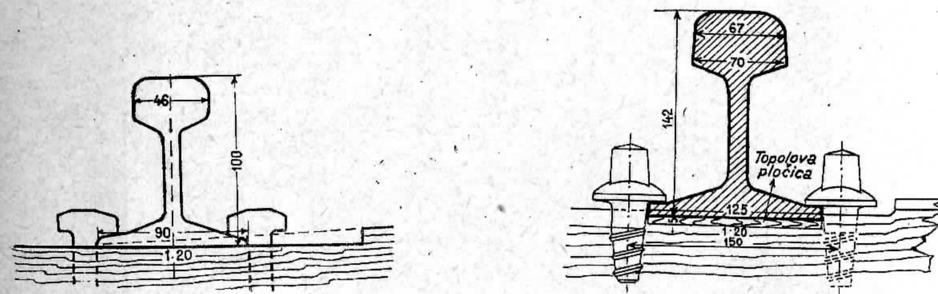
God. 1801. na prijedlog Mr. Thomasa iz Dantona podijeljena je prva koncesija za javnu željeznicu sa konjskim pogonom iz Kreydona do Wandswortha u Londonu, »za olakšanje prijevoza uglja, žita, kao i svakih dobara i robe, za i iz glavnog grada u sva mjesta«.

Ujedno je ustanovljena najviša cijena od 4 pence (cca 40 para) od 1 tone po milji za ugljen i rudu, a 6 pence (cca 60 para) za trgovačku robu.

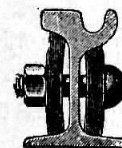
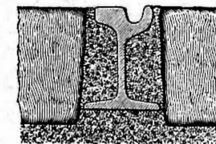


Sl. 26. Prijevoz po drvenim šinjama u rudniku

Tom koncesijom dato je pravo svima, da voze po toj željeznici vlastitim konjima i kolima, ako odgovaraju propisima i uplate određenu pristojbu.



Sl. 27. Prijesjeci Vignolove širokonožne šinje

Sl. 28. Žljebasta šinja

Godinu dana iza toga preporuča Edgeworth, da se konjska željeznica upotrebi i za prijevoz osoba i da vozi: kod obične vožnje 6 milja = 9.6 km na sat, a kod poštanske i gospodske vožnje 8 milja = 12.8 km na sat.

Anderson u Edinburghu je proglašen luđakom zbog prijedloga cijelog plana za izgradnju željezničke mreže.

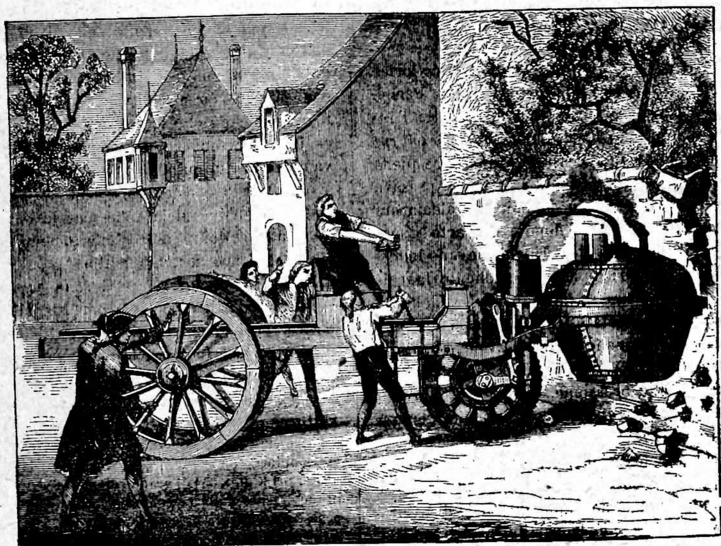
Željeznica Kreydon—Wandsworth nije imala znatnog uspjeha, pak su se dalje tražile koncesije samo za rudarske željeznice, među kojima god. 1817. za prugu Stockton—Darlington. Za tu prugu je podijeljena koncesija 1821. god. Pruga je bila duga 40.2 km, širine kolosijeka 4′ 8·5″, a imala je da služi za prijevoz putnika i robe, i svatko je mogao da po njoj vozi s jednim kolima. God. 1822. osnovano je društvo, a u maju je započeo rad na njoj.

God. 1820. predložio je Thomass Grey uporabu mašine za pogon.

b. RAZVOJ MAŠINE

U XVI. stoljeću bavio se je parom Leonardo Da Vinci.

God. 1680. Newton se bavio parnom mašinom, a 1687. god. je Papin konstruirao mašinu, koja je kretala lađu na vodi.



Sl. 29. Cougnotova cestovna parna mašina. Prvi pokus u Parizu 1770. g.

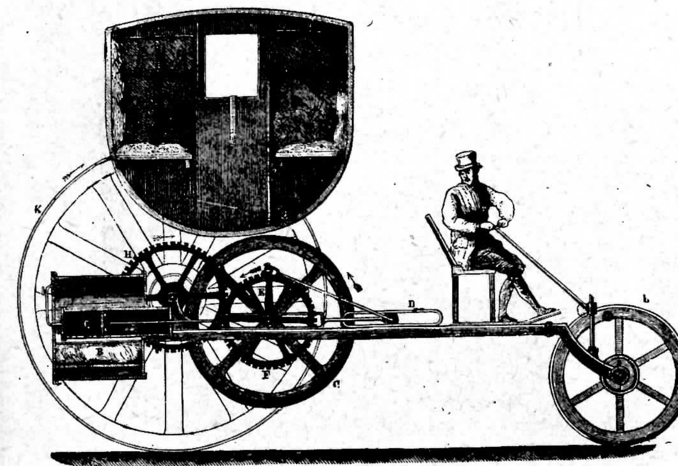
1712. god. konstruirali su Sawery i Newkomen mašinu koja je sisala vodu iz rudnika.

1760.—1780. god konstruirao je Watt prve parne mašine s pokretnom motkom i protuparom za lađe.

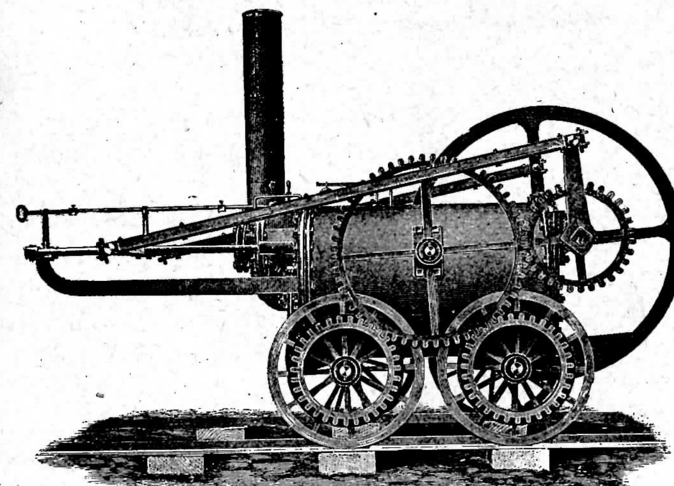
1763. god. je francuski inženjer Cougnot napravio model parnih cestovnih kola, koja su išla 12—15 minuta s brzinom od 4.8 km na sat (vidi sliku 29.).

1786. god. je saradnik Watta, Mudrock konstruirao parnu trokolicu za cestu.

1803. god. su Trewithick i Vivian vozili putnike po ulicama Londona s parnim kolima, čije je ložište i kotao bilo pod karoserijom, pak je putnicima smetala vrućina i dim (sl. 30.).



Sl. 30. Trewithick-Vivianova cestovna parna kočija (1801. g.)



Sl. 31. Trewithickova parna lokomotiva

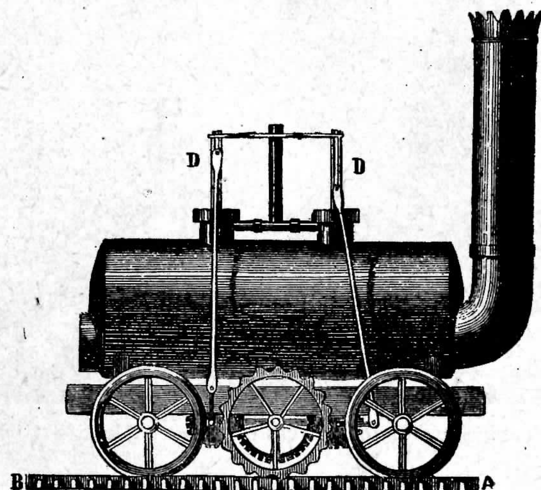
1801.—1803. god. je Fulton počeo graditi parobrode, a 1807. god. je izvršeno prvo pokusno putovanje na Hudsonu.

1818. god. putuje prvi parobrod između Amerike i Engleske.

Međutim god. 1803. Trewithick je konstruirao prvu parnu lokomotivu »Locomotion« (sl. 31.). Ona je vukla 10 tona sirovog željeza s brzinom od

5 Milas = 8 km na sat. Vozila je čitavih 14.5 km bez punjenja kotla vodom. Mašina je bila previše teška i lomila je šinje. Napuštena je, jer se tada smatralo, da ne će moći ništa vući zbog glatkoće šinja, t. j. da ne će biti prionjivosti (adhezije) između šinje i točka.

Cijelu drugu polovicu XVIII. stoljeća radilo se je, osobito u Engleskoj, na izumu lokomotive, polazeći s krive predpostavke, da nema prionjivosti između šinje i točka zbog njihove glatkoće.



Sl. 32. Blenkinsopova lokomotiva na zubove

God. 1812. je Blenkinsop konstruirao mašinu sa zubatim kotačem (sl. 32.), koji se odupirao o klince u šinji, da se točkovi ne bi klizali.

Tako se je išlo dalje.

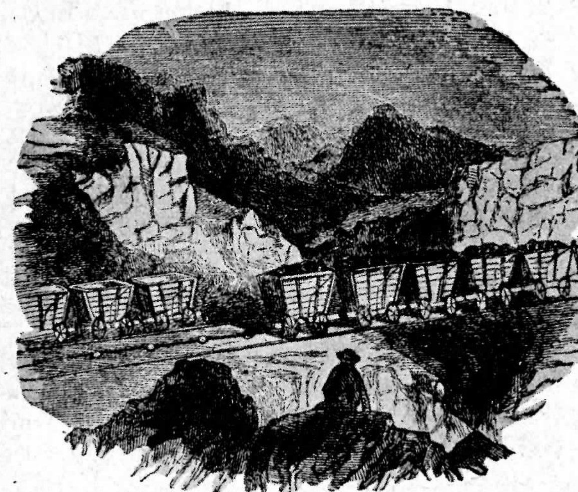
God. 1812. je Blackett objasnio princip prionjivosti (adhezije). Na jednom okviru 6 ljudi je okretalo valjak, koji je pomoću zubnika okretao po šinjama 4 kotača, a da se ona nisu klizala. On je pri tom ustanovio, »da ima dovoljno trenja u ravnici ili u malom usponu, po svakom vremenu, osim ako su šinje pokrite snijegom«. Nakon ovoga nastao je preokret, i razvila se parna mašina — lokomotiva.

c. PARNA MAŠINA

Glavni poticaj za izum parne mašine bilo je nastojanje, da se crpe voda u rudnicima uglja u Engleskoj. Isto tako izumljena je željeznica, da bi se olakšao prijevoz uglja u rudnicima i do mjesta potrošnje, kao i da bi se uzmogle prevoziti velike mase jeftino i brzo.

Newkomen je riješio prvo pitanje, t. j. crpljenje vode iz jame. Drugo pitanje koje je trebalo riješiti, bilo je usavršiti put i način pogona, a da bi se olakšao prijevoz.

Kako je već prije spomenuto, najprije se započelo s platnicama i gredama, po kojima su se kretala vozila. Iza toga su upotrebljavane šinje od tvrda hrastova drva, dužine do 1.80 m, koje su bile pričvršćene na poprečnim pragovima, udaljenim 60 cm jedan od drugog. Ovakvi kolosijeci polagali su se u samom rudniku kao i izvan rudnika do brodova, kojima se prevozio ugljen do odredišta. Taj način transporta upotrebljen je prvi put u Newcastleu. Isti taj način primijenjen je i u rudnicima Durhan i Northhumberland. Premda su troškovi ovakva kolosijeka za njegovu izgradnju i za održavanje bili znatni, i što se je on često kvario pod utjecajem zraka i vlage, ipak je i takav kolosijek u velikoj mjeri pojeftinjavao prijevoz i bio



Sl. 33. Prijevoz uglja iz rudnika South-Hetton

je od velike koristi po vlasnike rudnika. Da bi se doskočilo kvarenju kolosijeka, t. j. vitoperenju i pucanju drva, ovaj se je postepeno izmjenjivao s onim željeznim.

U rudniku South—Hetton, koji je ležao nešto više od rijeke, gdje se tovario ugljen u brodove, došlo se do namisli, da se iskoristi sila teže. Natovareni vagoni, privezani jedan o drugi, spuštani su po nagnutom putu iz rudnika dolje (sl. 33.). Uže, o koje su bili privezani vagoni, obavijalo se oko jednog kolotura, a na drugoj strani o isto uže, bili su pričvršćeni prazni vagoni, koji su se istodobno vukli do rudnika. U tom rudniku bila su dva kolosijeka za pune, a dva za prazne vagone.

Zbog naglog trošenja i pucanja drvenih šinja, one su oblagane željeznim limom.

Kako je već spomenuto, kad su pale cijene željezu, Reynolds, vlasnik rudnika u Colebrook-Dale, mjesto da obustavi pogon u nekim pećima, odlučio je da upotrebi željezo za gradnju mostova a i za oblaganje greda vodilja željeznim pločama. Godine 1773. počeo je Reynolds da gradi

jedan željezni most raspona od 30 m, koji je bio dovršen i predan saobraćaju 1779. god. Iza ovog uspjelog pokušaja sagradio je i neke druge željezne mostove, među kojima onaj preko rijeke Wear kod Sunderlanda u grofoviji Durham. Konstrukcija je bila polukružna raspona 86 m, sa strelicom od 10 m, a bio je 33 m visok iznad rijeke tako, da su ispod njega mogli da plove brodovi s razapetim jedrima.

Ploče upotrebljene za oblogu greda vodilja, kako je već prije spomenuto, nisu imale stalnu kolotečinu, zbog čega su nastajala česta isklizunća, pak su one zamijenjene ugaonicima, koji nisu dozvoljavali isklizunća.

Na taj je način Reynolds želio da ukloni još i nedostatak drvenih šinja, koje su se krivile i pucale pod teretom i zamijenio ih je željeznim. Nakon što su upoznate prednosti ovakvih šinja, one su primijenjene i u drugim rudnicima.

Ali izumom šinje nije bilo potpuno riješeno pitanje bržeg transporta. Ono je riješeno tek nakon izuma parne mašine. Ona je u početku upotrebljavana na putovima, u ono vrijeme vrlo lošim, pak su se razni dijelovi mehanizma često kvarili. Uvidjelo se, da se mora stvoriti ravan put, da vožnja bude bez udara.

Upotrebljavane su šinje, ali kako je već prije kazano uz krivu predpostavku, da zbog njihove glatkoće i glatkoće točka ne će biti prionjivosti između njih i da lokomotiva ne će biti u stanju da po glatkim šinjama vuče neki teret. Ovakvo pogrešno mišljenje održavalo se sve do 1812. g., dok ing. Blackett nije objasnio princip adhezije između šinje i točka, koja nastaje zbog težine lokomotive, koja pritiska točak o šinju. Tako je bila uklonjena ta umišljena zapreka, ali i Blackettova parna kola imala su mnoge druge nedostatke, koje je trebalo ukloniti.

Ovo pitanje presudne važnosti za budućnost saobraćaja riješio je jedan vrijedni i čedni radnik u rudniku Killingworth, Georg Stephenson, rođen 9. VI. 1781. g. u selu Wylam, nedaleko Newcastla, a koji je postao upraviteljem toga rudnika. Zbog važnosti izuma lokomotive za napredak čovječanstva vrijedno je da se ukratko prikaže život i ličnost ovoga običnog radnika izumitelja.

Georg je bio sin minerske obitelji. Minerskom se zvanju i sam želio posvetiti. Kao dječak čuvao je krave, a kasnije je usto čuvao i rudarsku željeznicu. Ali ga takvo uposlenje nije zadovoljavalo, on je htio da postane miner. U početku je vodio konja, koji je pomoću jednog kolotura, oko kojega se je obavijalo uže, vukao ugljen iz jame. Svaki rad, koji mu je bio povjeren, vršio je savjesno i dobro i bio je promaknut, da svome ocu ložaču pomaže kod parne mašine, koja je crpla vodu iz jame. Dvije godine iza toga postane i sam ložač u rudniku Throckeley Bridge. Mnogo se bavio proučavanjem parne mašine i u kratko vrijeme uspio je da je potpuno rastavi, pregleda, očisti i ponovo sastavi. Interesirao se i za druge mašine, savršenije od njegove i naručio je knjige, koje su o tome pisale, osobito o onima dvostrukog djelovanja, konstruirane u radionici Watt i Bulton.

Da bi naučio čitati i pisati, pohađao je večernje tečajeve, iako mu je bilo već 18 godina.

Godine 1801. povjeren je Georgu nadzor nad parnom mašinom, koja je u Dolly vukla iz jame posude natovarene ugljenom. U slobodnom vremenu, Georg je rješavao matematičke zadatke i vježbao se u pisanju.

God. 1803. rodio mu se sin Robert.

God. 1808. Georg Stephenson uz još dva svoja druga zaključe ugovor sa upravom rudnika West Moor, da će održavati mašine u redu, da budu sposobne za besprekidni rad, a ulje i loj za mazanje išao je na njihov račun. Kao nagradu dobivali su utanačeni iznos od izvezene tone ugljena iz rudnika. Bile su dvije mašine, koje su radile dan i noć. Dvojica od njih bili su neprestano u službi, a treći nije. U njihovu je interesu bilo, da troškovi eksploatacije budu što manji, a Stephenson je nastojao da ih smanji. Užeta upotrebljavana za izvlačenje ugljena iz jame, jako su se trošila, jer su bila nestručno postavljena, pak su se morala svakog mjeseca mijenjati, dok su kod drugih rudnika trajala i po tri mjeseca. Nakon što je dobro proučio smještaj užeta, predložio je glavnom mehaničaru i upravi rudnika spretniji raspored užeta i tu izmjenu je sproveo njihovom dozvolom uz potpun uspjeh. Sve slobodno vrijeme iskorišćivao je na proučavanju raznih mehaničkih problema.

U rudniku Killingworth otvoreno je bilo novo okno High Pit, ali je u njemu bilo mnogo vode. Postavljena mašina nije mogla da tu vodu savlada, i nije se moglo u tom oknu raditi. Sva nastojanja oko popravljanja mašine i crpljenja vode iz tog okna ostala su bezuspješna tako, da je bilo odlučeno napustiti ga. Ovo je dočuo Georg Stephenson, koji je pomno ispitao parnu pumpu i odlučio da je popravi, što mu je kroz tri dana uspjelo izmjenom nekih komada, a kroz osam dana bio je obnovljen rad u oknu. Za taj svoj rad Stephenson je dobio 10 funti nagrade, povišena mu je plaća i postane mehaničar u High Pitu. Ovo se doznalo u čitavoj okolini, pak je Stephenson otada pozivan kao stručni savjetodavac za popravak pokvarenih pumpa.

God. 1812. ostalo je upražnjeno mjesto glavnog mehaničara u rudniku Killingworth, i postavljen je na to mjesto G. Stephenson. Time je bio oslobođen briga za život i manuelnog rada, pak je svoje slobodno vrijeme mogao da posveti svome stručnom usavršavanju.

d. IZUM LOKOMOTIVE

Prva cestovna parna kola sagradio je u Francuskoj Cougnot, rođen 25. IX. 1725. god., i dao ih je na ispitivanje francuskoj vladi. Njegova zamisao je bila upotrebiti paru za prijevoz artiljerije i drugih vojnih oružja.

Francuska mu je vlada dala potrebna sredstva za to. On je konstruirao postolje s tri točka (vidi sl. 29.).

Iznad prednjeg točka bila je parna mašina s dva vertikalna cilindra na visoki tlak jednostrukog djelovanja, a u njima je bilo stapalo. Rad pare i stapala se je prenosio na prednji točak, koji se okretao i pomicao naprijed postolje, a mogao je i da mijenja smjer i da se naglo okreće. Prednji točak imao je na naplatku poprečne žljebiće da poveća hrapavost i da ne klizi po ravnom tlu.

Kod pokusne vožnje, kola se nisu mogla da zakoče i zaustave, udarila su o zid, koji su srušila, ali su se i kola oštetila i nakon tog neuspjelog pokusa svršila su u muzeju u Parizu. Nedostatak tih kola bio je uglavnom, što nisu imala rezervoara za vodu, spojenog sa kotlom, koji bi ga automatski snabdijevao potrebnom vodom, a ta se trošila pretvaranjem u paru. Kad bi se iza ¼ sata voda u kotlu potrošila, kola bi stala, otvarala se vodosprema i punila. Moralo se čekati, da voda ponovno zavri i da se pretvori u paru potrebne ekspanzije.

God. 1786. Amerikanac Olivier Evans zatražio je koncesiju od kongresa države Pensilvanija za konstrukciju kola, koja je on izumio, a kretala su se upotrebom pare visoke napetosti po cestama. Kongres je odbio tu molbu s obrazloženjem, »da je nemoguće pokretati kola po cesti bez životinjske sprege«.

Devet godina iza toga obratio se je Evans istom molbom kongresu susjedne države Maryland. Ni ovaj nije bio susretljiviji i uviđavniji od prvoga, ali je ipak 21. V. 1797. god. podijelio koncesiju uz obrazloženje, »da od takvih parnih kola ne može da bude ni za koga štete«. Ovakvo obrazloženje je utjecalo na one, koji su imali da dadu kapitale za to novo preduzeće, pak oni nisu htjeli da riskiraju svoj novac za realizaciju toga izuma parnih kola. Ipak je Evans ustrajao u svom naumu i unatoč svih protivština i omalovažavanja od strane svojih sugrađana uložio je sve svoje ušteđevine u konstrukciju takvih kola. Među protivnicima bio je i jedan tada uvaženi inženjer, koji je sastavio jednu spomenicu i predao je filozofskom društvu u Philadelphiji, u kojoj je nastojao da dokaže nemogućnost, da bi se po cesti mogla kretati kola, tjerana parnom mašinom. Ova spomenica nije bila uvažena uz obrazloženje, »da nije moguće ustanoviti granicu mogućega«.

Koncem 1800. god. Evansova parna mašina kretala se po ulicama Philadelphije, ali ni taj najrječitiji dokaz nije mu pomogao da sakupi dovoljan kapital za osnutak transportnog društva upotrebom parne mašine. To ga je prisililo da napusti svoju namisao. Ali ona pređe Ocean. Iskoristili su je Trewithick i Vivian, koji su 1801. god. u Engleskoj dobili koncesiju za upotrebu parne mašine za pogon na cestovnim kolima. Ova parna mašina na kolima prikazana je u slici 30. Ložište joj je bilo pod karoserijom, i bila je suviše komplicirana za uporabu u praksi, a pogotovu nije odgovarala na usponima i na tadanjim lošim cestama.

Iz tih razloga ni od ove mašine nije bilo vidnog uspjeha, iako se ona kretala po cesti. Da bi se savladali jači usponi, bila bi se morala upotrebiti jača mašina, a ta je morala da bude i teža, i time su se povećavale teškoće. Ni kočnice nisu bile usavršene, pak je njezino ustavljanje u prometnim i uskim ulicama bilo otežano. Nakon raznih neuspjelih pokušaja uvidjeli su Trewithick i Vivian, da nisu u stanju da prebrode sve teškoće, koje su iskrsavale i napustili su taj svoj izum.

Godine 1803. konstruirao je Trewithick za rudnik Pen-y-darran parnu mašinu, koja se je kretala po šinjama i koja je bila prvi zametak željezničke lokomotive. Njezina previše komplicirana konstrukcija vidi se na slici 31.

Ona ima uzdužni kotao i ložište, a jedan horizontalni cilindar na prednjoj strani pomicao je podužnu polugu, koja je okretala jedan zubni kotač, a ovaj je okretao drugi, s kojega se je kretanje opet pomoću zubnika prenosilo na četiri točka lokomotive, po dva na svakoj osovini. Na motornoj osovini spojenoj s jednom ručkom bio je pričvršćen volan, pomoću kojega je poluga savladavala mrtve točke i omogućivala pravilan hod mašine. Dim iz ložišta, kao i para, koja je nakon upotrebe izlazila iz cilindra, bila je sprovedena jednom cijevi u dimnjak i izlazila je skupa sa dimom kroz dimnjak u slobodni prostor. Trewithick nije niti slutio veliku prednost od ovakva rješenja, kojim je para, nakon što je iskorištena, pri ispuštanju upotrebljena za jaču promaju u dimnjaku, te je usisavanjem zraka u ložištu izazivala jače sagorijevanje uglja, koje je bilo potrebno za razvijanje pare.

Ova lokomotiva vukla je u rudniku Pen-y-darran po nekoliko vagonića natovarenih ugljenom ukupne težine do 10 t, brzinom oko 8 km na sat. Ali šinje od ljevenog željeza, koje su dotada mogle da izdrže težinu kolica, nisu bile u stanju da izdrže težu lokomotivu i mnoge su pucale pod njezinom težinom iza svakog njezinog prolaza. Zato su se morale često mijenjati, ili se je morala napustiti teška lokomotiva. Vlasnici rudnika su se odlučili na potonje, digli su sa nje točkove i upotrebili je kao stalnu mašinu za crpljenje vode iz jame, a prijevoz je i dalje vršen konjima. Trewithick je uvidio nemogućnost korištenja njegove mašine i napustio je, pak je ona za dugi niz godina bila zaboravljena.

Tome je mnogo doprinijela okolnost pogrješne predpostavke, da nema prionjivosti između šinje i točka. Trewithick je smatrao, da je bar donekle uklonio taj nedostatak umetanjem poprečnih žljebova na obodu točkova, ali je ipak bio uvjerenja, da lokomotiva ne će biti u stanju da vuče veći teret. U to su vjerovali i svi ostali stručnjaci onog doba, a da se ni jedan nije sjetio, da to pokusima dokaže i utvrdi.

Prvi, koji je pokušao da u praksi iskoristi lokomotivu, bio je inženjer Blenkinsop (vidi str. 44.) upravitelj željeznica u rudniku Middleton. On je 1811. god. zamislio novu lokomotivu, ali je ona zahtijevala rekon-

strukciju željezničkog kolosijeka, t. j. umetanje posebne šinje sa zupcima, o koju bi se odupirao zubni pokretni kotač smješten ispod srednjeg dijela lokomotive, a koji je pokretala parna mašina (vidi sl. 32.).

Četiri vanjska točka s glatkim obodom imala su samo da nose trup lokomotive i kretała su se po šinjama, dok se je srednje zubno kolo odupiralo o klince u šinji i pokretalo mašinu. Mašina je imala dva vertikalna cilindra i stapala sa čvrstom ručkom, koja se je pomicala gore dolje između dva paralelna čvrsta vodeća štapića, označena u slici slovom D.

Na vršku obiju ručaka stapala pričvršćena je po jedna poluga, koja je na svom donjem kraju imala pokretnu ručku, da okreće zubni kotač, a taj je zadirao u zupce srednjeg zubnog kotača, čvrsto povezanog sa osovinom glavnog zubnog točka. Taj je također bio sa osovinom čvrsto povezan i okrećući se odupirao se o klince zubne šinje i na taj je način pokretao mašinu. Dok je jedno stapalo išlo gore, drugo je išlo dolje, i time se je postiglo kružno pokretanje poluga i kretanje zubatih kotačića sa strane, a oni su dalje okretali srednji zubni kotač oko osovine, kao i zubni kotač, koji je pokretao lokomotivu odupirući se o zubnu šinju, pričvršćenu uz šinju željezničkog kolosijeka.

Na taj način bila je doduše povećana prionjivost između pokretnog točka i zubne šinje, ali utrošak snage lokomotive za svladavanje svih otpora u zubnim kotačima bio je ogroman. Uza svu nepraktičnost Blenkinsopova lokomotiva bila je od 12. VIII. 1812. god. dugi niz godina u pogonu na željezničkoj pruzi od Middletona do grada Leetza dugoj 5.5 km. Ona je vukla voz od 30 vagonića natovarenih ugljenom brzinom od 5 km na sat.

Ovo je bila prva lokomotiva upotrebljena u industrijske svrhe.

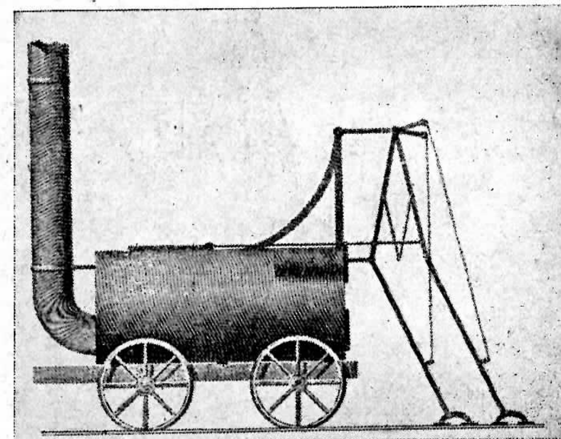
God. 1812. braća Chapmann pokušala su da zamijene zubnike drugim sistemom vuče. Oni su između kolosijeka u stanovitim udaljenostima jedan od drugoga zabijali u zemlju jake stupiće, koji su nešto virili iz zemlje. Lokomotiva je okretala jedan na njoj pričvršćeni kolotur, oko kojega se je obavijao jak konop, čiji je drugi kraj bio privezan za jedan od stupića. Kad bi lokomotiva stigla do stupca, ustavila bi se, otkopčao bi se i odvio konop, a njegov kraj bi se opet privezao za drugi stupac i t. d. Ovakav način je bio previše nespretan i polagan pak je zato bio brzo napušten.

Ing. Brunton u grofoviji Derbyshire došao je do originalne ideje da konstruira mašinu, koja je imitirala hod čovjeka. On je godine 1813. dobio koncesiju za svog mehaničkog putnika. (Vidi sliku 34.).

Na stražnjoj strani mašine bile su pričvršćene dvije štake sa pregibima, koje su pokretane parnom mašinom, odupirale se o tlo i mašinu, koja je počivala na četiri točka, gurale naprijed. Ta je mašina napuštena iza prvog pokusa, a bila je takva, da bi se uskoro pokvarila. Da bi uspješnije radila, mehaničar je preko mjere razvio paru, radi čega je kotao eksplodirao, ubio mehaničara, i mašina je bila napuštena.

Dok su se razni stručnjaci kao Blenkinsop, Chapmann, Brunton i ostali bavili raznim fantastičnim planovima, polazeći stalno od krive pretpostavke koja nije bila niti utvrđena, da nema dovoljno adhezije između točka i šinje, inženjer Blackett 1812. g. odluči se da ispita, da li uistinu nema prionjivosti između šinja i točka i utvrdio je, da se unatoč glatkoće šinje kao i točka, a osobito ako je ovaj opterećen i ako se kreće oko svoje osovine, ne će okretati na mjestu, već će se kretati naprijed. Nakon ove spoznaje odluči Blackett da konstruira novu lokomotivu, mnogo jednostavniju, bez svih kompliciranih mehanizama i zupčanika, koja će se svojim glatkim točkovima kretati, i vući teret po glatkim šinjama, ali je i ta imala nedostatke.

I Georg Stephenson je na svoju ruku čitavo vrijeme proučavao način, kako bi se mogao olakšati, pojednostavniti, ubrzati i pojeftiniti transport ugljena. On je proučio novu Blackettovu lokomotivu i utvrdio je mnoge njezine manjkavosti, ali i mnoge njezine dobre strane i ustanovio, da je



Sl. 34. Bruntonov mehanički putnik

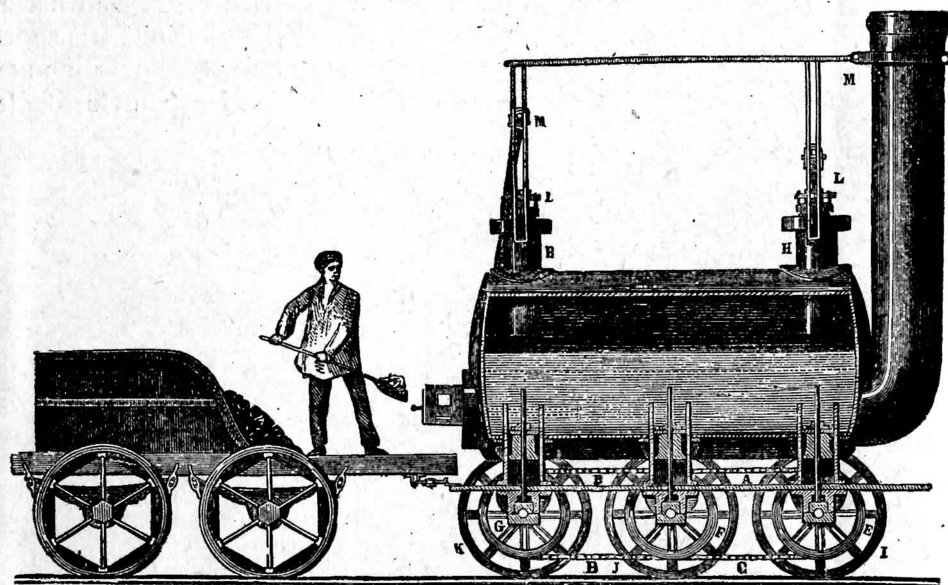
treba samo usavršiti i iskoristiti je za unapređenje transporta. God. 1813. odluči Stephenson da sagradi novu lokomotivu, koja je po njegovom mišljenju imala biti jača i brža od svih dotadanjih modela. Tu svoju zamisao saopćio je vlasnicima rudnika, koji su već od ranije znali za stručne sposobnosti Stephensona kao mehaničara. Prihvatili su njegovu ponudu i stavili mu na raspolaganje potrebna sredstva da takvu lokomotivu sagradi.

Stephenson je imao da savlada ogromne teškoće, a najveće su bile u pomanjkanju stručnih radnika, koji bi bili sposobni da njegove zamisli sprovedu u djelo, i to nesavršenim tadanjim alatom u radioni rudnika u Killingworthu, gdje se je radilo pod njegovim nadzorom.

Kotao je imao cilindrični oblik dužine 8 stopa (2.438 m), promjera 34 palca (0.863 m) sa cilindričnim ložištem promjera 20 palaca (0.508 m) u

čitavoj dužini kotla, spojenim sa dimnjakom istog promjera. Kotao i cijeli mehanizam počivali su na šest točkova (vidi sliku 35, 35a i 35b).

Na svakoj od tri osovine bila su ugrađena po dva zubna kotača, tri i tri spojena čvrstim lancem bez kraja, pomoću kojih je bila iskorišćena čitava težina lokomotive za vučnu snagu. Na kotlu su bila dva vertikalna cilindra promjera 8 palaca (0.203 m) sa hodom od 24 palca (0,609 m). Izmjenični rad dizanja i spuštanja dvaju stapala prenošen je na horizontalnu prečku, spojenu sa ručkom obaju cilindara. Na krajevima horizontalnih prečaka povezana je gibnjem po jedna poluga, spojena sa svakim od 4 vanjska krajnja točka, koje je ona pokretala, a pomoću lanca (veriga) bez kraja



Sl. 35. Prva Stephensonova lokomotiva (1814. g.)

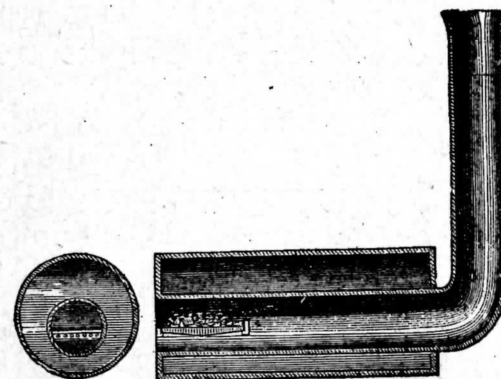
(pater noster) i srednja dva vanjska točka. Ovim rasporedom su stapala pokretala 4 vanjska, a ovi i dva srednja kotača, tako da su svih 6 velikih kotača svom težinom lokomotive proizvodili vučnu snagu.

Da bi se svladao otpor ručaka na mrtvim točkama, ručke pričvršćene na jednu od pogonskih osovina, bile su postavljene okomito na smjer drugih dviju ručaka.

Ova lokomotiva nazvana »Blücher« bila je po prvi put ispitana 25. I. 1814. god., i pokus je uspio. Vukla je 8 kola natovarenih ugljem teških 30 t brzinom od cca 4 milje (oko 7.5 km) na sat na usponu od $2^1/_4$‰.

I ako je ova lokomotiva »Blücher« imala mnoge prednosti prema dotadanjim, ona nije zadovoljavala Stephensona, i taj uspjeh ga nije uspavao. On je lokomotivu dalje proučavao i ustanovio je, da nije savršena, a osobito da je način prijenosa sile, koju proizvodi mašina na točkove lokomotive

putem zupčanika skroz pogrešan, da je gubitak sile suviše velik i da trzaji, koji nastaju kvare mašinu. Stephenson je ustanovio nakon nekoliko mjeseci rada lokomotive, dotično saobraćaja, i nakon točnog računa i uspoređenja troškova sa onima konjskog pogona, da troškovi, a tako ni ušteda u radu, nisu ništa manji sa mašinom nego što su bili sa konjskim pogonom. Ova spoznaja bila bi dovela do napuštanja mašinskog pogona, da Stephenson nije bio uvjeren da će moći ukloniti mnoge nedostatke i usavršiti sagrađenu



Sl. 35 a i b. Uzdužni i poprečni prijesjek kroz kotao i ložište

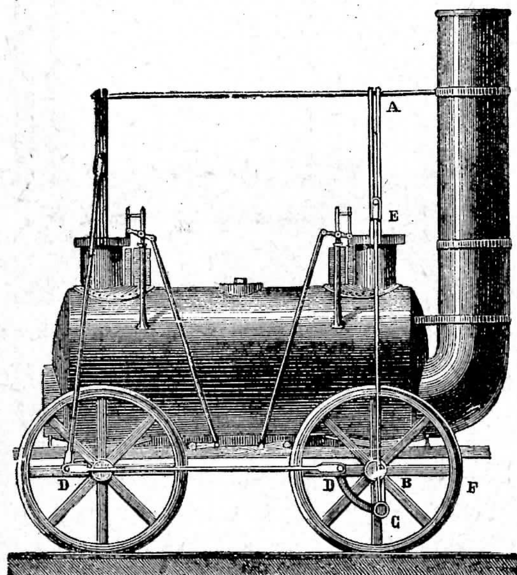
mašinu. On je ustanovio, da je uzrok njezine sporosti u tome, što se u kotlu ne razvija dovoljno pare i da se proizvodnja pare mora svakako povećati. Kod »Blüchera« je para iz cilindara nakon djelovanja izlazila kroz odušnu cijev u atmosferu, i Stephenson je kao savjestan opažač ustanovio, da para izlazi mnogo većom brzinom nego što izlazi dim kroz dimnjak. To ga je dovelo do zaključka, da tu paru iskoristi tako, da je iz cilindara ispusti kroz dimnjak. Ova para, pošto je izlazila većom brzinom, vukla je sa sobom dim i prouzrokovala jače strujanje dima, što je uvjetovalo i jači pristup svježeg zraka u ložište, zbog čega je izgaranje uglja bilo mnogo brže, toplina je bila jača, a poradi toga je razvijanje pare bilo mnogo veće i brže.

Nakon što je Stephenson došao do te spoznaje da iskorišćenu paru iz cilindara provede kroz dimnjak, odmah je rekonstruirao mašinu i ustanovio je, da je razvijanje pare mnogo veće i učinak lokomotive mnogo jači.

God. 1815. je Stephenson konstruirao drugu lokomotivu, kod koje je u cilindrima iskorišćena para upotrebljena na gornji način, t. j. za jaču promaju svježeg zraka u ložištu, a time je ubrzano stvaranje pare u kotlu. Osim toga odstranio je zupčanike i lanac bez kraja i povezao je osovine horizontalnom polugom, pričvršćenom uz svaki par točkova. Istodobno je u mašinu ugradio šmrk za automatsko sisanje vode iz tendera i punjenje kotla, koji je tjerala sama mašina, čime je nadoknađivao potrošenu vodu

u kotlu. Spremu za vodu — tender — je lokomotiva vukla za sobom. Ovako prerađenu lokomotivu prikazuje slika 36.

Savjesnim proučavanjem tuđih radova, strpljivim radom i velikom ustrajnosti uspjelo je Stephensonu da svoju mašinu mnogo usavrši i da bude bolja od svih dotadašnjih. Mjesto kompliciranih zupčanika i lanaca, kod kojih je gubitak sile bio velik, uspjelo mu je postići jednostavnu i direktnu vezu cilindara sa pogonskim točkovima, koji su svi bili među sobom spojeni pomoću horizontalne poluge. I kod ove nove para, koja je tjerala cilindre, iskorišćavana je pri ispuštanju za bolju promaju i bolje sagorijevanje uglja. Iako je sam Stephenson mnogo popravio svoju lokomotivu,



Sl. 36. Stephensonova lokomotiva sa povezanim osovinama

i premda se je ona morala neprestano i dalje usavršavati i usavršava se do dana današnjega, mora mu se priznati, da je on uspostavio glavne principe za gradnju lokomotiva, na kojima se je dalje radilo i koji se dalje usavršavaju do danas.

Ali željeznička mašina se mogla razviti i usavršiti tek nakon što je 1820. god. Berkinshaw izumio taganje (valjanje) šinja, budući da su one od lijevenog željeza bile previše krhke i pucale su.

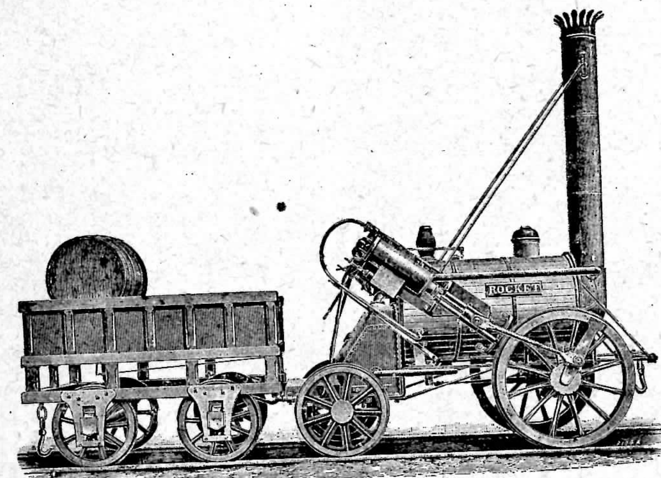
God. 1823. je Stephenson sa sinom Robertom osnovao fabriku lokomotiva.

Kroz to vrijeme radilo se i u Americi na izumu mašine.

27. IX. 1825. otvorena je pruga Stockton — Darlington. Gradnjom je upravljao G. Stephenson i za nju su sagrađene 3 lokomotive u Stephensonovoj fabrici. Ovaj se dan smatra »rođendanom željeznice«.

Iste godine je Stephenson zatražio koncesiju za prugu Liverpool—Manchester, jer postojeća dva kanala nisu dostajala da savladaju saobraćaj, a za treći nije bilo dovoljno vode. Vlasnici kanala usprotivili su se gradnji željeznice, bojeći se konkurencije i iznosili su sve moguće neprilike, koje će nastati od željeznice, među kojima se isticalo, da će dim uništavati razne kulture i rasline uz prugu, a i škoditi ljudskom zdravlju. Unatoč tomu koncesija je podijeljena 5. V. 1826. god., a u junu iste godine započeti su radovi. Međutim nije se tada još bilo na čistu, kakav će se pogon primijeniti na toj pruzi.

1829. god. raspisan je natječaj za mašinu težine 6 t sa 3 osovine, a da u horizontali vuče 20 t brzinom od 10 Milas (16 km) na sat. U dolini Rein-



Sl. 37. Lokomotiva »Rocket« iz tvornice G. i R. Stephenson

hill izvršena je pokusna vožnja 6. i 7. X. 1829. god. Lokomotiva »Rocket« iz fabrike Georg i Rob. Stephenson (slika 37.), vukla je vagon sa 30 putnika brzinom od 38—48 km na sat, a dva natovarena vagona od 9 t sa 38 km na sat.

8. X. 1829. god. je mašina »Rocket« vukla 12.75 t sa brzinom do 47.4 km na sat i bila je nagrađena. Ostale lokomotive su imale nedostataka. Stephenson je upotrebio varne cijevi, koje su omogućile jače razvijanje pare. Uprava željeznice je naručila 8 takvih lokomotiva, a njihov model je sačuvan do danas.

15. IX. 1830. god. otvorena je pruga Liverpool—Manchester.

U Francuskoj je 1823. god. podijeljena koncesija, a 1. X. 1826. je bila otvorena pruga St. Etienne—Andresieux (22 km).

Kasnije je sagrađena pruga St. Etienne — Lion (66 km). U početku prevozila se željeznicom samo roba, a tek kasnije i putnici.

5. V. 1835. god. sagrađena je željeznica Brüssel—Malines. Iste je godine otvorena i pruga Nürnberg — Fürth u Njemačkoj.

1837. god. otvorena je prva željeznica u Rusiji Petrograd — Carskoje Selo, a iste 1837. god. otvorena je prva željeznica u Austriji Floridsdorf — Wien, a poslije toga redale su se mnoge druge željezničke pruge.

Iza ovih beznačajnih početaka, počela su se željeznicom povezivati razna veća mjesta u pojedinim državama među sobom, kao i sa ležištima ugljena i nalazištima drugih ruda, počela se razvijati razna industrija. Pruge su se produžavale i stizale do državnih granica i prolazile su ih, povezivale su glavne gradove raznih država među sobom i sa pristaništima na plovnim rijekama i na moru. Počeo se razvijati prekomorski i međunarodni saobraćaj.



etu

ske
ica,
, u
ve-
je-
og
Si-

nje
na-
om
ev-
du-
op-
na



Sl. 38. Karta SSSR

IV. RAZVOJ ŽELJEZNIČKE MREŽE NA SVIJETU

Godine	1830.	bilo je svega	332	km	željezničkih pruga
„	1840.	„ „ „	8591	„	„ „
„	1850.	„ „ „	38.022	„	„ „
„	1860.	„ „ „	106.886	„	„ „
„	1903.	„ „ „	859.355	„	„ „
„	1920.	„ „ oko	1.000.000	„	„ „
„	1923.	„ „ svega	1.215.730	„	„ „
„	1933.	„ „ „	1.314.009	„	„ „

Ova tablica nam prikazuje nagli razvitak željezničke mreže na svijetu u prošlom i u prvoj trećini ovog stoljeća.

Među ove spadaju važne svjetske željeznice.

Polovicom XIX. vijeka izgrađene su razne željezničke pruge svjetske važnosti, a počelo se pomišljati na polaganje transkontinentalnih željeznica, koje će spajati kontinente s kraja na kraj. One su se gradile u Kanadi, u SAD i u južnoj Americi. Pomišljalo se na Transsaharsku željeznicu i na povezivanje Kaira sa Capstadtom u Africi, ali obje ove ni do danas nisu u cijelosti sagrađene, nedostaje im srednji najteži dio. Rusi su oko početka ovog stoljeća uspostavili vezu između Atlantskog i Tihog oceana izgradnjom Sibirske željeznice.

SIBIRSKA MAGISTRALA

Najveličanstvenije djelo u povijesti građenja željeznica je povezivanje željeznim putom Atlantskog oceana na zapadnoj obali Francuske, cca na meridijanu 0° (Greenwich), kroz čitavu Evropu i Aziju, sa Tihim Oceanom na istočnoj obali Azije u Japanskom moru kod Vladivostoka i sa Nikolajevskim na ušću rijeke Amur, cca na meridijanu 132° istočne geografske dužine, u dužini preko 1/3 zemaljske kugle. Od toga otpada na zapadno-evropske zemlje oko 20° geografske dužine, na evropski dio SSSR oko 30°, a na

azijski dio SSSR oko 80°. Prema tome u evropskom i azijskom dijelu SSSR skupa oko 110° ili u dužini od oko 12.000 km.

Ova je veza uspostavljena izgradnjom Sibirske željeznice (sl. 38.).

Zbog uporedbe iznosimo, da se Kanadsko-pacifička željeznica od Quebeca u zaljevu Sv. Lovrinca na istočnoj obali Sjeverne Amerike, na Atlanskom oceanu, preko Otave — Winnipega — Calgari do Vancouvera na zapadnoj obali Amerike na Tihom oceanu prostire između 72° do 123° geografske dužine, t. j. za 51°, a otprilike jednako je duga i željeznica od New-Yorka do San Franciska. Prva je duga 4677 km, a druga 5357 km, dakle nešto preko polovice do 2/3 Sibirske željeznice duge 7603 km. Po važnosti i po dužini, željeznica kroz Afriku od Kaira do Rta Dobre Nade, koju su zasnovali Englezi, samo se bliži najveličanstvenijoj od svih Sibirskoj željeznici, dok od Francuza zasnovana preko Sahare kao i južno američke željeznice ne dostižu niti polovicu dužine Sibirske. U pogledu brzine građenja, Kanadska željeznica je bila čudo tehnike, jer se gradila do 500 km godišnje, i ona je bila postigla rekord u brzini građenja željeznica, dok je Sibirske željeznice građeno oko 700 km godišnje.

Ova veza od Atlantskog do Tihog oceana prostire se u Evropi oko 50° geografske širine, a otud na istok od 56° do 43° geografske širine kod Vladivostoka.

Širina kolosijeka ruskih željeznica od Varšave do Vladivostoka iznosi 1,524 m (PTE, § 32). Elementi po kojima je građena Sibirska magistrala prilagođeni su terenskim prilikama. *Rmin* je bio 256 m, 260 m, 320 m, 427 m, i čak do 640 m, a maksimalni uspon je bio 8‰ i 10‰, u brdskom dijelu pruge do 17.4‰.

Prema izlaganjima Leva Gumilevskog u knjizi Željeznaja Doroga — Moskva 1945. iznijet ćemo ovdje kratak historijat izgradnje Sibirske magistrale i historijsku ulogu, koju je ona izvršila u kulturnom i ekonomskom razvitku u tom velikom dijelu zemaljske kugle.

U toku vjekova, pa sve do prve polovice XIX. stoljeća, nitko u Rusiji nije ni slutio, da će biti uspostavljene veze između Rusije i Tihog oceana preko Sibira, i da će se između Rusije i tih pustih krajeva i preko njih razviti intenzivan saobraćaj misli, ljudi i robe. Nije se ni pomišljalo na mogućnost ekonomskog razvitka Sibira, na naseljavanje tih pustih, ledenih krajeva i na iskorišćivanje njihovih rudnih, šumskih i poljoprivrednih mogućnosti, kao ni da će u toj ledenoj i pustoj zemlji nastati neslućeno blagostanje.

Veliki Sibirski put — put čajnih karavana, potpuno je zadovoljavao tadanjim potrebama tih prostranih oblasti, rijetko naseljenih, sa malo raštrkanih naselja, udaljenih jedan od drugoga, između kojih nije skoro ni postojala izmjena dobara, ili je bila sasvim neznatna.

U prvom redu je sagrađen vojni put, koji je odvajao od zapadne granice Sibira kod Tjumena, a vodio je preko Išima, Tjukalinska, Omska, Barabinska i Novosibirska (Kolivana) do Tomska u dužini od 1611 km. U Omsku su se sastajali putovi iz Čkalova (Orenburga), Akmolinska i Semipalatinska, a iz Tomska je odvajao put za Barnaul. U vremenu, kad je po odmrznutim rijekama bila moguća plovidba, teret je prevožen po rijekama Tur, Tobol, Irtiš, Ob i Tom. Iz Tomska je vodio put za Mariinsk, Ačinsk, Krasnojarsk, Barabinsk (Kainsk), Nižne Udinsk i Irkutsk dug 1663 kilometara. Kod Krasnojarska sastajali su se putovi iz Jenisejska i Minusinska. Iz Irkutska odvajao se glavni put oko Bajkalskog jezera za Ulan Ude, (Verhne Udinsk), a otud jedan u južnom pravcu za Kjahtu, drugi za Čitu i Sretensk, pak Šilkom i Amurom preko Blagoveščenska, Habarovska, Nikolajevska, ili od Harabovska rijekom Usuriom i Sungariom do Vladivostoka. Od Tjumena do Vladivostoka ima 7793 km. Kasnije sagrađena Sibirska željeznica vodi uglavnom pravcem ovog velikog puta.

Već godine 1837. jedan engleski inženjer je predlagao izgradnju željeznice, koja bi spojila Gorki (Nižnji Novgorod) sa Tihim oceanom, a malo iza toga htjeli su američki inženjeri da sagrade željeznicu od Irkutska do Tihog oceana, ali se ti planovi nisu ostvarili.

Ozbiljniji poticaj za građenje Sibirske željeznice uslijedio je, kada je 1857. god. generalni guverner istočne Sibirije dao nalog, da se sagradi čvrst put dužine oko 200 km, koji će spojiti Sofijsk na Amuru sa lukom Aleksandrovskaja, ali tako, da bi mogao da posluži i kao nasip za željeznicu. Taj put je kroz nekoliko godina sagrađen, dok željeznica nije, ali je to ipak dalo poticaj za građenje Usuriske željeznice od Vladivostoka do Habarovska, koje je izvršeno od 1893. do 1897. god. Od toga doba pitanje izgradnje cijele Sibirske željeznice od Urala do Tihog oceana nije skidano s dnevog reda. Razni događaji usporili su njezino građenje. Vojni krugovi su uočili veliku važnost njezinu i uporno su se zalagali, da se izgradi Sibirska željeznica. Oni su primorali carsku upravu da svom ozbiljnosti pristupi radovima, budući da je od te željeznice ovisilo, da li će Rusija moći da zadrži svoje istočne posjede ili ne.

Bila su dva gledišta: jedno, da se Sibirska željeznica poveže sjevernije, t. j. od Lenjingrada (Petrograda) na Ribinsk—Kirov (Vjatku)—Molotov (Perm); i drugo, da prođe južnije, od Moskve preko Gorkog (Nižnjeg Novgoroda)—Kazana i Sverdlovska (Jekaterinoburga). G. 1875. ministarstvo saobraćaja po prvi put je iznijelo osnovu, prema kojoj se je imala graditi željeznica samo do Irkutska, i to »po matematski najkraćem putu«. Po ovom projektu pruga je mimoilazila sve gradove i naselja u Sibiru i bila bi od njih do 105 vrsta (111 km) udaljena. Postojao je prijedlog, da se pruga odvoji u Kujbiševu (Samara), pak preko Ufe—Zlatousta i Čeljabinska stigne do Irkutska u dužini od 3043 vrsta (3247 km).

Predlagano je i građenje vodenog puta, t. j. da se kanalom povežu baseni rijeka Ob i Jenisej, kao i da se od Bajkalskog jezera dalje koristi vodeni put u vezi sa rijekama Amurom i Usuri u dužini od preko 2000 km. Ali se

od toga moralo odustati zbog smrzavanja rijeka, jer bi zbog leda kanali bili neuporabivi za duži dio godine.

Tako je bila utvrđena potreba, da se sagradi željeznica. Pregovaranja i proučavanja o tom pitanju zavukla su se, ali se ipak pristupilo građenju.

Proslijeđeno je bilo građenje od Kujbiševa (Samare) na Istok. Dio do Ufe u dužini od 453 vrste (483 km) dogotovljen je 1888. god., do Zlatousta u dužini od 299 vrsta (319 km) 1890. god., a dio do Čeljabinska dužine 148 vrsta (158 km) bio je 1892. godine predan saobraćaju.

Time je pruga prešla Ural i stigla je tek do početka Sibirske željeznice, iako je od Čeljabinska do Sibirske granice bilo još oko 200 vrsta.

Kod donošenja odluke da se gradi Sibirska željeznica, moralo se voditi računa o ogromnim teškoćama, na koje će se naići prilikom njezina građenja. Trebalo je predvidjeti sve, što će biti potrebno, da se i uz takve vanredno teške okolnosti omogući neprekinuti rad.

Presudnu je ulogu imala osobito oštra klima Sibira u blizini Sibirske magistrale, unatoč njezinoj geografskoj širini između 56⁰ do 43⁰ i unatoč relativno niskim nadmorskim visinama, koje se uglavnom kreću između 100 i 500 m, a jedino u Jablonoj gorju iza Bajkalskog jezera nešto prekoračuju visinu od 1000 m. Temperature u Sibiru bile su nerazmjerno niže od onih u Evropi na odnosnim geografskim širinama i jednakim nadmorskim visinama. Baš od takvih niskih temperatura kroz 2/3 godišnjeg doba u tim pustim i nenaseljenim krajevima nastajale su najveće teškoće za izvršenje ovog djela.

Usprkos svim tim ogromnim teškoćama došlo se do spoznaje, da je neophodno građenje Sibirske željeznice, pak je sve predviđeno, da se one savladaju, što je i uspjelo.

God. 1889. bilo je konačno odlučeno, da se započne gradnjom Sibirske željeznice i iz Rusije i iz Vladivostoka.

Iste godine počela je država da otkupljuje željeznice u Rusiji i da gradi Zakaspijsku i Srednje-azijsku željeznicu, kroz močvare i blato, kroz pješčanu pustinju, pri savršenom pomanjkanju putova i detaljnih karata, u krajevima potpuno nenaseljenim. Ruski inženjeri su u roku od jedne godine dana ispitali taj nepoznati i pusti predjel i položili su trasu vojne Zakaspijske željeznice. Ona je sagrađena u vrlo kratkom roku. Savladane su ogromne teškoće na dijelu te željeznice kroz Polesje, kroz močvare i blato, a željeznica je imala krupno strategijsko značenje. Ona je pridonijela i razvitku značajne šumske industrije. Osim ovih, sagrađena je tada još i Sverdlovska (Jekaterinska) željeznica, koja je uputila na jugo metaluršku industriju.

Osim Zakaspijske, sagrađena je u vrlo kratkom roku i Murmanska željeznica, a njezino je građenje iz vojnih razloga držano u tajnosti. Ona je

provedena kroz pojas vječnog leda, kroz pripolarne guste šume i spada u red velikih uspjeha u građenju željeznica.

Najviše od svih važna je izgradnja Transsibirske magistrale kroz zamrznute, puste krajeve, nepregledne sibirske šume, močvare i pustinje, bez putova, naselja i bilo kakve industrije.

Uza sve klimatske, terenske i druge neopisive teškoće, kao nastambe i opskrbe, produženo je bilo sa predradovima i snimanjima predjela, osobito sa geološkim istraživanjima u tim pustim krajevima. Htjelo se utvrditi rudna nalazišta zlata, bakra, željeza i drugih vrijednih metala, kamenog uglja, prostranih zemljišta podesnih za kultiviranje i naseljavanje, pak da tuda prođe trasa, zbog iskorišćivanja tih bogatstava. Manja važnost se je pridavala rijetko posijanim postojećim većim gradovima i naseljima, koja su ostavljana po strani, a koja je po prvom projektu imala da dodirne pruga.

Odlučeno je da se usto započne i građenjem Usuriske željeznice.

Ujedno su započeti i predradovi na odsječku Čeljabinsk — Tomsk.

Ustanovljen je komitet za građenje sibirske željeznice, komu su data naročita i široka ovlaštenja.

Pod Komitet su potpadala osim građenja željezničkih pruga i sva pomoćna industrijska preduzeća u vezi sa unapređenjem i samog građenja ekonomskog pridizanja predjela, kuda je pruga prolazila.

Prvim projektom od 1893. god. bilo je predviđeno da se gradi:

Pruga	Vrsta	Građevni troškovi rubalja
Čeljabinsk — Ob	1.328	47,361.479
Ob — Irkutsk	1.754	73,272.898
Irkutsk — Babuškin (Misovsk)	292	22,310.820
Babuškin (Misovsk) — Sretensk . . .	1.009	53,309.817
Sretensk — Habarovsk	2.000	117,555.835
Habarovsk — Iman (Grafskaja) . . .	347	18,738.582
Iman (Grafskaja) — Vladivostok . . .	382	17,661.051
Svega:	7.112	350,210.482

Polaganje trase bilo je skopčano sa velikim, neizrecivim teškoćama, a one su rasle sa napretkom radova od granice Rusije prema istoku, u potpuno pustim, nepoznatim i neispitanim predjelima. Izuzetak je pravila jedino Usuriska željeznica, kojoj je trasa bila određena s jedne strane Oceanom, a inače tokom same rijeke.

Da bi se radovi oko građenja željeznice ubrzali, rad je započet odjednom na više mjesta. Naprije se počelo graditi Zapadno-sibirsku prugu, na kojoj je unatoč povoljnijem terenu bilo velikih i važnih radova.

Među najznačajnije teškoće, sa kojima se valjalo boriti, bile su neobično nepovoljne klimatske prilike duž Sibirske magistrale uz veoma kratko ljeto i neobično jake ledove, pak su se mnogi vještački radovi, kao zidovi i mostovi, morali vršiti uz niske temperature preko zime. Usto je alat i pripremanje građevnih materijala, sva drvenarija i gvožđarija, cement, opeka, sitni građevinski pribor, kao okovi i sl., pripreman daleko od gradilišta. Morali su se graditi putovi i kanali za njihovo dopremanje karavanama, šlepovima i parobrodima, kad su rijeke bile plovne. Osnivane su ciglane, pilane i razne radionice. Pomanjkanje radne snage zbog nenaseljenosti kraja, bilo je skoro potpuno, pak je sve radništvo, manuelno i stručno, dopremano iz evropske Rusije, osim na Krajnjem Istoku, gdje su upotrebljavani i Kinezi.

Da bi se bar donekle doskočilo nestašici radništva, konstruirane su zemljokopače mašine i upotrebljene za vršenje zemljanih radova, nazvane »skreperi«. To su bile mašine slične plugu sa sandukom, u kome je bio smješten motor i upravljač. One su krčile zemlju, prenosile je i istovarivale na mjestu upotrebe. Treba naročito spomenuti, da su u Rusiji već kod gradnje željezničke pruge Petrograd (Lenjingrad)—Moskva bile upotrebljene »parne lopate« i vagonići, koji su se sami istovarivali.

Teškoće su rasle sa napretkom radova prema istoku, jer što su se radovi izvodili udaljenije od baze u evropskoj Rusiji, to su i na srednje-sibirskom dijelu pruge teškoće bivale sve veće. One su povećane i težim terenom na brdskom dijelu pruge oko Bajkalskog jezera i iza njega. Zemljani radovi su bili veći, a tako su i vještački bili sve veći i kompliciraniji. Klimatski uslovi bili su sve suroviji. Prosijecanje neprohodnih šuma — tajga, nepreglednih prostranstva, isprepletena debla i grane povaljenih stabala, na do 1 m dubokoj raskvašenoj i blatnoj podlozi, povećavali su još i više teškoće. Da se rad omogući, morala se prosijecati čitava mreža kanala za odvod vode i za ocjeđivanje raskvašenog močvarnog tla.

Potpuno pomanjkanje bilo koje industrije i svakih potrebitih alata i drvenarije, gvožđarije i svakog drugog materijala, uvjetovalo je njihovo dovoženje po dalekom i kompliciranom putu iz Rusije.

Od Čeljabinska bila je produžena pruga preko Petropavlovska, Lablašje, Omska, Novosibirska (Kolivana, južno od Tomska) do Mariinska. Kod Krasnojarska započinjala je brdska pruga, koja vodi preko Nižne Udinska do Irkutska. I na narednom njezinu dijelu, između Selenge, Hiloka i grada Čite, pak kod prijelaza vododijelnice preko Jablonoj gorja na koti 1.045 m, bilo je velikih teškoća kod građenja. I slijedeći dio pruge, lijevom obalom Šilke, pak uz rijeku Amur do Habarovska, bio je na dugim potezima potpuno nepristupačan i vrlo težak.

Kad je u ljeto 1898. god. srednje sibirska željeznica stigla do Irkutska i koncem te godine proradila, spojene su uprave Srednje-sibirske i Zapadno-sibirske u jedinstvenu upravu Sibirskih željeznica.

Produženjem na istok stigla je Sibirska željeznica do Bajkalskog jezera. Da se ne bi gradila teška zaobilazna Bajkalska pruga, riješeno je bilo, da se veza obiju obala Bajkala uspostavi pomoću parnog prijevoza-ledolomca imenom »Bajkal«, koji bi na palubu primio i prevozio čitav voz s jedne na drugu stranu.

Budući da u Rusiji nije bilo nikakvih iskustava s takvim parnim prijevozima, uputila je državna uprava inženjera Sokolova u Ameriku, da ispita i prouči pogon takvog parnog prijevoza imenom »Marija«, koji je vršio službu između jezera Mičigan i Huron u tjesnacu dugom 11 km, a prevozio je na palubi čitave željezničke vozove kroz cijelu godinu.

Po povratku ing. Sokolova bilo je odlučeno, da se takav prijevoz - ledolomac naruči u Engleskoj. On je stigao rastavljen u komadima do Bajkala, tamo je sastavljen i prozvan »Bajkal«. Upotrebljavan je sve, dok nije bila sagrađena obilazna Bajkalska pruga. Njezino građenje je bilo odobreno 23. VI. 1899. god., a početkom 1902. god. bio je gotov projekat i planovi za mnoge teške vještačke radove na tom dijelu pruge.

Računalo se, da će građenje trajati barem tri godine, ali su zbog nastalih događaja radovi bili jako ubrzani. U veljači 1904. god. započeo je rat s Japanom, pak je građenje uvelike pospješeno, tako da je već 12./25. IX. 1904. god. otvoren na njoj saobraćaj, t. j. dvije godine prije nego što bi se to postiglo u normalno mirno doba.

Ovom prugom je uspostavljen neprekinuti saobraćaj željeznicom iz Rusije sa Istokom, i omogućeno je prebacivanje trupa bez pretovara i zastoja.

Loša iskustva stečena zbog nedostataka na Sibirskoj željeznici i nedovoljne njezine moćnosti, odrazila su se dijelom u ishodu rata, a i u što hitnijoj potrebi odstranjenja svih ranjavih mjesta na pruzi, kao i u njezinu usavršavanju. Uočena je potreba, da se izvrše znatni ispravci i izmjene na pruzi, a oni su se sastojali u izgradnji dvostrukog kolosijeka do Karimskaje, priključne stanice na kinesku Istočnu željeznicu, i u pregradnji i dotjerivanju brdskih dijelova pruge. To usavršavanje pruge vršeno je kroz dugi niz godina.

Budući da je teren, kojim je Bajkalska obilazna pruga prolazila, bio težak planinski, morali su se na njoj izvesti veliki tehnički radovi, a i probijati mnogi tuneli, od kojih je jedan bio dug 3.500 m. Da se ovaj teški dio pruge ne mora graditi, željelo se uspostaviti vezu parnim prijevozom ledolomcem preko Bajkala, kako je to prije opisano. Ali to je uvjetovalo izgradnju kejova, gatova i pristaništa na obje obale sa svim potrebnim napravama, a to je sve izvršeno i uređeno. Time je bila uspostavljena provizorna veza samo »za nuždu«. Međutim iza kratkog vremena uvidjelo se, da je uz takav prijevoz pogon na željeznici i suviše

kompliciran i spor, pak je ipak unatoč svim tehničkim teškoćama i velikom broju tunela sagrađena obilazna Bajkalska pruga. Njezinom izgradnjom uklonjene su te teškoće, ubrzan je i ujednostavljen željeznički saobraćaj, a parni prijevoz-ledolomac »Bajkal« rastavljen je i prenijet na Rjazno — Uralsku željezničku prugu, gdje je prevozio sastave vozova po Volgi do Saratova, dok nije bio sagrađen most preko Volge. Od toga vremena parni prijevoz-ledolomac do dana današnjega vrši službu kod Staljingrada.

Zbog uporeďenja sa ovom velikom gradnjom, vrijedno je navesti nekoliko podataka oko građenja Transsaharske željeznice.

TRANSSAHARSKA ŽELJEZNICA

Na izgradnju ove željeznice pomišljalo se već od polovine XIX. stoljeća i usprkos tome, što je već godine 1859. francuski inženjer Andò napravio prijedlog francuskoj vladi, da se sagradi Transsaharska željeznica, ona ni do danas nije ostvarena. Francuzima nije uspjelo da savladaju teškoće pustinje, a navlastito one oko snabdijevanja željeznice i osoblja vodom u pustinji. Odmah po francusko-pruskom ratu upoznato je njezino veliko ekonomsko, strateško i kulturno značenje, i postavljena je komisija »za građenje Transsaharske željeznice«. Izaslana je u Saharu ekspedicija, da ispita mogućnost građenja željeznice i utvrdi trasu. Ali nakon neprijateljskog stava urođenika i ubistva nekoliko članova istraživalačke ekspedicije u gorama Hoggara, uprava je odustala od građenja željeznice.

Mora se naročito naglasiti, da teškoće kod građenja željeznice kroz Saharu nisu bile ni izdaleka toliko velike, kao što su bile one pri istraživanjima oko polaganja trase i građenja raznih ruskih pruga kroz Arktičke krajeve, kroz Transkaspijsku pustinju ili kod Sibirske magistrale, koja je bila i oko dva i pol puta duža i u svakom pogledu mnogo teža i nepristupačnija od one kroz Saharu. Unatoč tome uspjelo je da se sve te ogromne teškoće savršeno svladaju. Znanstveno su ispitane i usavršene razne metode rada u takvim neistraženim i pustim predjelima. Utvrdili su smjernice za buduće takve radove. Francuzi su ta iskustva bogato iskoristili pri izvršenju daljnjih radova za željeznicu kroz Saharu.

Francuski bankari i kapitalisti, očekujući velike koristi od izgradnje Transsaharske željeznice, osnovali su 1912. god. akcionarsko društvo i dali su izvršiti kartografske studije i snimke terena radi izrade projekta u predjelu, kuda je imala da prođe željeznica. Ali ovoga puta nisu se toj pruzi suprotstavili urođenici, već druge kapitalističke grupe, i to francuska automobilska, parobrodarska i željeznička društva, koja su dotada održavala saobraćaj između sjeverne i zapadne Afrike. Te su grupe u novoj pruzi nazirale jaku konkurenciju svojim društvima.

Iza rata, koji je vođen da se pokori urođeničko stanovništvo, ponovno su poslati na teren inženjerski odredi da istraže odnosne predjele, pak je izrađeno nekoliko projekata, od kojih je god. 1941. bio izabran onaj najkraće trase.

Pri ispitivačkim radovima na terenu, kao i kod izrade projekta, francuski inženjeri su iskoristili ova svestrana i bogata iskustva, a isto tako i kod građenja same pruge. Dio ove pruge u dužini od 600 km prolazio je pustinjom, koju su urođenici zvali »Pustinja žeđe«.

Ovo djelo — Sibirska željeznica — osobito je cijenjeno u povijesti izgradnje željeznica, kao vrhunac snalaženja i najuspješnijeg suprotstavljanja surovoj i divljoj prirodi i u najtežim prilikama. Ako se uvaži, da i tamo, gdje priroda nije oboružana tako moćnim sredstvima samoobrane, a čovjek ima na dohvatu i raspolaže mnogo jačim i savršenijim oružjem da prirodu savlada, izvršenje sličnih građevina nije jednostavno i prosto, pak često nastaju značajne teškoće, a to vidimo na mnogim prosječnim slučajevima, na koje dnevno nailazimo, tek onda možemo da prosudimo veličinu tog pothvata.

Od god. 1899. do 1904. god. bila je proučena, projektirana i sagrađena obilazna Bajkalska pruga, a već od 1. VI. 1904. god. mogli su da njome prolaze vojni vozovi. Izgradnjom ovog dijela pruge od Irkutska do Babuškina (Misovaje) bila je sa Zabajkalskom prugom uspostavljena prijeko potrebna i neprekinuta željeznička veza Rusije do Sretenska. Time je barem uglavnom postignuta veza u pravcu Habarovska.

Općenite studije za posljednji dio trase od Sretenska do Habarovska uz rijeke Šilku i Amur, u dužini od oko 1900 do 2000 vrsta (2027 do 2134 km), nisu zadovoljile. Potpuna nenaseljenost, preveć niske temperature i smrznuto tlo preko zime (razlika temperatura kretala se od + 40° ljeti do — 40° zimi), jake kiše ljeti, bolesti, koje su se pojavile kod pomoćnog osoblja ekspedicije za istraživanje tih potpuno nepoznatih krajeva (škorbut i sl.), usto potpuno pomanjkanje putova, izuzevši rijeku Amur, neobično su otežavali takve radove. Zbog smrznutog tla, zemljani radovi mogli su se vršiti samo od početka mjeseca maja do konca septembra. Razne ovakve teškoće, a moguće i politički razlozi nadiranja u Mandžuriju, uvjetovali su da se preispita shodnost prvotnog plana, prema komu se pruga kanila položiti dolinom rijeke Amur, ili da se ona provede drugom izravnom trasom kroz Mandžuriju preko Harbina i Girina na Vladivostok. Usto su nastupile i političke prilike, koje su silile Rusiju, da što prije poveže Vladivostok tim kraćim putem preko Mandžurije.

Pregovori s Kinom, koji su vođeni 1896. god. bili su uspješno okončani i uglavljen je sporazum, da će se u prvom redu, uz pomoć Rusko-kineske banke, sagraditi željeznica do Vladivostoka preko kineskog teritorija, kroz pokrajine Fengtijen, Girin i Hajlungči. Ona se je povezivala prema zapadu na pograničnu Mandžurija stanicu kineske istočne željeznice, a i na Pograničnaju, t. j. na konačnu istočnu stanicu kineske istočne željeznice, a bila je duga svega 1388 vrsta (1481 km). Rusija se obavezala da će sagraditi priključne pruge od stanice Karimskaja Transbajkalske že-

ljeznice u dužini od 353 vrste (377 km), kao i od stanice Nikolsk na Usuriskoj željeznici do stanice Pograničnaja u dužini od 115 vrsta (123 km). Odlučno je pritom bilo, što je put preko Mandžurije bio znatno kraći, i pruga nije predstavljala većih teškoća za građenje, pak je bila lakše izvediva i mnogo jeftinija od one uz rijeku Amur. Najvažniji razlog u prilog ove pruge je bio, što je ona mogla da bude prije gotova i njome prije uspostavljena nužno potrebna veza s Vladivostokom.

Društvo Kineskih istočnih željeznica započelo je gradnjom u augustu 1897. god., najprije na odsječku Mandžurija—Harbin—Pograničnaja dugom 1388 vrsta (1481 km). Rok za dovršenje obiju tih pruga bio je predviđen za 1902. god., ali je s obzirom na previranja u Mandžuriji građenje uvelike pospješeno, osobito nakon što su god. 1900. prijetili nemiri, i kad je Rusija bila primorana da upućuje u Mandžuriju trupe. Već 21. X. 1901. uspostavljen je saobraćaj na tim prugama, i time je dobivena izravna veza Rusije Sibirskom željeznicom sa Vladivostokom i s Habarovskim.

U vremenu, kada je građena glavna pruga do Usurie, ujedno je bilo proslijeđeno i građenje Usuriske željeznice prema istoku do Habarovska, te je na njoj otvoren saobraćaj 30. XI. 1894. god.

ZAŠTO SE GRADILA I KAKVE SU BILE POSLJEDICE OD SIBIRSKE ŽELJEZNICE

Glavni njezin cilj bio je više strateški nego li kolonizatorni. Rezultati postignuti njezinom izgradnjom nadmašili su i najoptimističnija predviđanja njezinih inicijatora. Do tog vremena naseljavanje Sibira vršeno je veoma sporo, pa mu je izgradnja željeznice dala jak poticaj. Od god. 1887. do 1892. prosječno se naseljavalo u Sibiru oko 40.000 kolonista godišnje. God. 1894. naselilo ih se već oko 80.000, god. 1895. oko 100.000, a god. 1896. oko 200.000 ljudi, tako da se broj žitelja računao na preko 7,000.000 ljudi. Taj je broj od godine u godinu bivao sve veći. Kako se je moglo i očekivati, zbog nepovoljnih prilika za život u prvim godinama, nastupilo je kod mnogih doseljenika razočaranje i mnogi su se vraćali na rodnu grudu, usto broj oboljenja i smrtnosti u prvim godinama iznosio je do par hiljada ljudi godišnje. Uza sve to naseljenost je neprestano rasla, i prilike su se stalno poboljšavale. Žiteljstvo Sibirije računa se danas na preko 21,5 milijuna ljudi, t. j. oko 5 puta više od žiteljstva prije početka građenja željeznice. God. 1891. računalo se, da Sibir broji manje od 5,000.000 žitelja, a porast doseljavanjem i redovitim prirastom nastao je kao posljedica izgradnje Sibirske željeznice. Ali Rusija je gradila željeznice i u drugim oblastima, koje su se iza toga naglo razvile i danas se dalje razvijaju. Dokaz tome je porast stanovništva u azijskom dijelu SSSR, koje je od 29,000.000 u god. 1926. naraslo do god. 1939. na 38,000.000 ljudi.

Porast stanovništva bio je posljedica intenzivnog ekonomskog razvitka tih krajeva naročito poslije Oktobarske revolucije. Spočetka i dugo vremena kasnije izvoz je bio prilično malen, izvozila su se samo krzna i plemeniti metali, ali je tokom godina u tome nastao zastoj. Međutim novim istraživanjima, otkrivena su na Altaju i na mnogim drugim mjestima bogata ležišta kamenog uglja, željeza, bakra, a i zlata i srebra, pak se uskoro u Sibiru i u drugim prostranim oblastima SSSR razvila jaka metalurgijska industrija. Sada se u oblasti Altaja gradi »Kazahstanski dnjeprostroj« — ogromna električna centrala. Za izgradnju trećeg ugljenog bazena SSSR Karagandu, kojim će se koncem ove petoljetke povećati proizvodnja uglja u republici u poređenju s predratnom skoro na $2\frac{1}{2}$ puta, predviđen je iznos od jedne miljarde 200 milijuna rubalja. Ujedno se završavaju radovi na izgradnji velike željezničke pruge, koja će povezati sjever i jug ove republike.

Oko novosagrađenih pruga prostiru se nepregledne, nedirnute prašume — tajge, a između njih i pograničnog Kitajskog gorja leže prostrana, plodonosna polja, koja proizvode ogromne i sve veće količine žita i drugih plodina za izvoz željeznicom, rijekama, Sjevernim ledenim morem i oceanima. Već koncem XIX. vijeka utvrđena je potreba i sagrađene su razne željeznice, da bi se iskoristila ta ogromna prirodna bogatstva. U to je vrijeme nastala potreba, da se spoji Sibir s Rusijom i s Tihim oceanom, da se ta željeznica spoji s bazenom Bijelog mora, i da Arhangelsk postane velika ruska evropska luka.

Karakteristiku smjernica razvitka u bližoj budućnosti kao posljedicu izgradnje Sibirske magistrale, prikazao je francuski historik na način, da će se u Sibiru pod Sovjetskom vlašću razviti metalurška i ugljena industrija, kao i seljačka gospodarstva, čemu je u velikoj mjeri pridonio socijalistički karakter privrede i primjena nauke i tehnike. Pritok doseljenika u Sibir naglo je rastao nakon izgradnje Sibirske i drugih željeznica te dostigao takve razmjere, kakvih nisu mogli niti naslućivati inicijatori ove željeznice, naročito iza Oktobarske revolucije.

Uprava građenja Sibirske magistrale, kojoj je trebao veliki broj radnih ruku — istovremeno je radilo do 70.000 ljudi — olakšavala je put onima, koji ga nisu poduzimali na vlastitu ruku i rizik. Da privuče radnu snagu, uprava je poduzimala čitav niz mjera, koje su olakšavale i unapređivale doseljivanje. Seljačkim izaslanicima »Hodokam« dana je mogućnost izbora pojasa zemlje, a davane su i velike tarifske pogodnosti za prijevoz željeznicom. Doseljenici su bili za više godina oslobođeni od svih daća i podavanja.

Povratnici u domovinu i seljački izaslanici davali su o svemu obavještenja, što doseljenici mogu da nađu na novom mjestu. Došlo se do saznanja, da je to bogati kraj, u kome svatko može da nađe pogodnu primjenu svome znanju i svojim sposobnostima.

Ne samo nadničari i stručni radnici, koji su bili uposleni kod gradnje, već je i inteligencija ostajala trajno u Sibiru i ulagala je svoj trud i znanje na izgradnji magistrale i na unaprijeđenju i oživljavanju novog kraja.

Uprava gradnje Sibirske magistrale poduzimala je sve, što je bilo u njezinoj moći, da unaprijedi to opće narodno djelo, a ne samo upŕave. Jedino se na taj način ono moglo da dovede do uspješnog okončanja, bez obzira na ogromne žrtve i trud.

Sibirska magistrala, kao što je u punoj mjeri opravdala svoje značenje za naseljavanje, tako je opravdala i svoju stratešku važnost.

Nakon izgradnje Sibirske magistrale, Rusija je pregnula da taj svoj sibirski put produži kroz Mandžuriju i zaposjela je svojim vojnim odredima nekoliko mandžurskih gradova radi zaštite željezničkih postrojenja. Osim toga kroz Rusko-kitajsku banku, ruski kapital je ovladao značajnim udjelom u kitajskim zajmovima i na koncu, nakon zaposjednuća Kjaočaua po Nijemcima, dobila je Rusija u zakup Port-Artur. Na taj način ostvarene su želje Rusije da dobije luku u dijelu Tihog oceana, koja se ne smrzava. Isto tako i Mandžurija, presječena ruskim željeznicama mogla se smatrati ruskom provincijom. Japan, ugrožen porastom ruskog utjecaja na Istoku, zametnuo je u februaru 1904. rat s Rusijom.

Jednotračna Sibirska magistrala bila je nedovoljne moćnosti, ona nije mogla da u punoj mjeri i na vrijeme udovolji zahtjevima vojske, nije mogla da pravodobno propusti potrebne transporte vojske i vojne spreme, koliko je trebala moćna ruska armija, a da bi se mogla uspješno suprotstaviti japanskoj komandi. Revolucionarni pokret u zemlji 1905. god. prisilio je carsku upravu da pospješi zaključenje mira s Japanom, da bi mogla upotrebiti sve sile za ugušenje revolucije. Mir s Japanom zaključen je u Portsmutu 5. IX. 1905. god., iako su tada na Dalekom Istoku bile usredotočene ogromne ruske sile protiv oslabljenog Japana.

Sibirska željeznička pruga dobila je u literaturi ime »Velikog sibirskog puta«. Njezina veličajnost proizlazi od utjecaja, koji je ona imala svojim kulturnim, ekonomskim i industrijskim djelovanjem na život i na procvat Sibira.

Sibir nije više ona besplodna ravnica i tužno mjesto izgnanstva, kako su ga dotada smatrali. Naprotiv, on je postao bogat predjel s mnogim tisućama mjera (akrova) najplodnije zemlje, s ogromnim ležištima raznih minerala, kraj pun velikih mogućnosti industrijskog razvitka, koji znači početak nove ere ekonomskog napretka. Ali iznad svega toga glavno je značenje Sibirske magistrale za SSSR u tome, što mu ona pruža potpunu gospodarsku samostalnost, neovisnu od bilo kojih stranih utjecaja, tako da za nj ni Dardaneli, a ni Suez nemaju više odlučujuću ulogu.

Socijalističkim uređenjem SSSR, rok dostignuća ekonomskog razvitka Sibira znatno je skraćen.

Među najveće građevine, izvedene na sibirskoj pruzi, valja spomenuti izgradnju mosta preko rijeke Jenisej, dugog oko 1 km po projektu inženjera Proskurjakova, 31 tunel na Bajkalskoj obilaznoj pruzi uz još mnogo drugih velikih objekata.

U ovom kratkom prikazu izgradnje Sibirske magistrale izložene su ogromne teškoće i oštre borbe s prirodom, koje su savladane njezinom izgradnjom, a iz njega se vidi i naročito velik uspjeh nauke i ustrajnost ljudske volje, koji su iskorišćeni za ekonomski procvat jedne nepregledne ogromne zemlje, otete vječnoj pustoši i ledu.

GRAĐENJE SIBIRSKE ŽELJEZNICE

a) ZAPADNO-SIBIRSKA PRUGA. Ona je duga 1328 vrsta (1417 km), građena je u odsječcima i to: od Čeljabinska preko Kurgana (241 vrsta) — Petropavlovska (490 vrsta) — Omska (745 vrsta) — Barabinska (Kainska) (1049 vrsta) do rijeke Ob (1328 vrsta). Da bi se ubrzali radovi oko građenja, započeto je radom na više mjesta odjednom.

Na odsječku od Čeljabinska do Omska dugom 745 vrsta započet je rad 1892. god., i saobraćaj je otvoren već 30. VIII. 1894. god., a do rijeke Ob 19. VIII. 1895. god. Nije još bilo mosta preko rijeke Ob dugog 811 m, koji je bio gotov tek 31. III. 1897. god. Otvorenje saobraćaja na ovoj pruzi do rijeke Ob bilo je od neprocjenjive koristi za napredak daljih radova, čija je udaljenost od baze u Rusiji bila time smanjena za 1328 vrsta.

Elementi građenja: u usponu od 7.4‰ bilo je 56.5% od dužine pruge, 92.5% pruge bilo je u pravcu a samo 7.5% u krivini. *Rmin* na ovom dijelu bio je 256 m. Uglavnom je bila pruga lagana, a zemljanih radova u prosjeku po 1 vrsti (1067 m) bilo je 11.876 m^3.

b) SREDNJE SIBIRSKA PRUGA. Duga je 1715 vrsta (1830 km). Početak joj je kod rijeke Ob, prolazi Mariinsk—Ačinsk—Krasnojarsk, premošćuje rijeku Jenisej, Kansk—Nižne Udinsk i uz rijeku Angaru stiže do Irkutska. Ovaj dio pruge bio je razdijeljen u dva dijela, prvi do Krasnojarska dug 708 vrsta, a drugi otud do Irkutska dug 1007 vrsta, ali se odmah pri početku građenja prvog dijela 1893. god. ukazala potreba, da se započne i gradnjom drugog dijela, koji je započet već 1894. god. Prvi dio je predat saobraćaju već 15. II. 1897. god., a drugi 16. VIII. 1898. god. Tada su, kako je već ranije spomenuto, bile spojene uprave Srednje- i Zapadno-sibirske željeznice u jedinstvenu upravu Sibirskih željeznica.

Ovaj je drugi dio imao karakter brdske pruge, sa skoro dvostruko većim zemljanim radovima i to 20.005 m^3/km. U prvom dijelu je samo 20% dužine u horizontali, dok je u drugom dijelu 33% dužine. Najveći uspon

iznosi 17.4‰. U prvom dijelu je u pravcu 70%, a u drugom 68%. *Rmin* = 427 m.

Dok je na Zapadno-sibirskoj pruzi, onoj pod a) izvedeno po preduzimačima 77% radova, na ovom dijelu izvedeno je po njima samo 56% radova zbog velike oskudice radne snage u ovom rijetko naseljenom kraju. Većina radništva bila je iz evropskog dijela SSSR. Broj radnika je dopirao do 23.000, od kojih do 1472 pritvorenika. Nedostatak radnih ruku djelomično je nadomješten zemljokopaćim mašinama, koje su već onda, i to po prvi put upotrebljene u Sibiru za izvođenje zemljanih radova. Za vještačke radove: 8 velikih mostova, stanične zgrade i sl. upotrebljeni su isključivo stručni radnici iz Evrope. Most preko Jeniseja dužine oko 1000 m ima 6 lukova po 145 m.

I na ovom dijelu pruge bile su klimatske prilike osobito nepovoljne, temperatura je zimi padala do 40° ispod nule, pak je često tlo bilo smrznuto do mjeseca jula. Veliku zapreku izvođenju radova pravilo je vrlo kratko ljeto, pak su se mnogi važni vještački radovi, kao zidovi i mostovi morali vršiti zimi uz jako niske temperature.

I tajga, ta neprohodna prašuma, sa do 1 m dubokim močvarnim tlom, pravila je neizrecive teškoće. Na brdskom dijelu pruge bilo je mnogo više i obimnijih vještačkih i zemljanih radova nego li gdje je pruga bila u ravnici. Od ove srednje sibirske željeznice sagrađena su i dva odvojka, onaj do Tomska dug 82 vrste (87 km), sa produženjem do pristaništa na rijeci Tomsk dužine 7 km i od stanice Irkutsk do stanice na Bajkalskom jezeru dužine 64 vrste (70 km). Ovaj odvojak je prolazio teškim planinskim terenom, lijevom obalom Angare kroz visoke, strme klisure, a povezivao je pristanište za parni prijevoz-ledolomac na Bajkalu, pomoću koga je u početku vršen saobraćaj do druge obale jezera, čime se je kanilo izbjeći građenje vrlo teške obilazne pruge oko jezera.

I lučke naprave oko pristaništa na obadvije obale planinskog jezera uvjetovale su velike građevne radove.

c) TRANSBAJKALSKA ŽELJEZNICA, duga je 1031 vrstu (1100 km). Ona odvaja iz stanice Babuškin (Misovaja) na jugoistočnoj obali Bajkala pak se u dolini Selenge penje do Ulan Ude (Verhne Udinska), prelazi uzvisinu Zagan—Daban, otud uz rijeke Hilok i Injudu prelazi Jablonoj brdo, gdje pruga dostiže vododijelnicu na visini od 1045 m, pak se spušta na Čitu, Karimskaju i Nerčensk, a iza toga ulazi u njezinu konačnu stanicu Sretensk na koti 440 m. Najveći primijenjeni uspon i na ovom brdskom dijelu pruge jest 17.4‰, a *Rmin* = 320 m.

Ruski inženjeri su već u ono vrijeme uočili teškoće za saobraćaj na prugama s jakim usponima i gradili su svoje pruge s blagim usponima. Na brdskim dijelovima pruge u Sibiru maksimalni uspon nije prekoračivao 17.4‰, čime je mnogo povećana moćnost pruge i pojeftinjena njezina eksploatacija. Ovo treba posebno naglasiti i pohvaliti, jer alpske željeznice, koje su u drugoj polovici prošlog stoljeća građene u Evropi za spoj sa sredozemnim lukama, imale su mnogo jače uspone, do 25‰ pa čak i do 32‰, čime je njihova eksploatacija bila mnogo teža i skuplja negoli na sibirskoj željeznici.

Građenje transbajkalskog dijela pruge započeto je 1895. god. a moralo je biti dovršeno 1898. god., ali katastrofalna poplava nadošla 1897 god., kada je pruga bila skoro sva gotova, odložila je njezino dovršenje. Poplava je bila za 3 m viša od dotada opaženih najviših voda i uništila je prugu na dužini od 357 vrsta. Pruga se je morala djelomično obnoviti, a dijelom je preložena po novoj trasi. Zbog tih nepredviđenih radova predana je saobraćaju tek 1900. god.

Što je više pruga produživana prema Istoku i što je bivala udaljenija od baze evropskog dijela SSSR, to su bivale veće i teškoće oko njezina građenja. Sav potrebni građevni materijal, cement i željezo za vještačke radove, drvenarija i gvožđarija i sve ostalo do najsitnijeg materijala, a pogotovu alat i radna snaga, stručno radništvo, njihova nastamba i opskrba, sve je moralo biti dopremano tim dalekim putem iz Rusije ili preko Vladivostoka. Uz kažnjenike radili su na njoj kao nadničari i Kinezi. Pomanjkanje radne snage, skoro je onemogućilo akordiranje radova, te ih je građevna uprava morala da izvodi do 72% u vlastitoj režiji. Uza sve te neprilike i klima je bila naročito nepovoljna: smrznuto tlo po zimi, kratko ljeto sa neobično visokim temperaturama, koje su se kretale od +40° ljeti do —40° zimi, komarci preko ljeta i razne bolesti i t. d. Sve te neprilike otežavale su napredak radova do krajnih granica.

I ovaj dio pruge je vodio kroz stjenoviti predjel, pak je rad bio težak. Led je vrlo otežavao opskrbu vodom, jer su se vodovi smrzavali. Sve ove teškoće postavljale su na uposleno osoblje, i na radništvo i na vodstvo nadčovječanske zahtjeve izdržljivosti pri ostvarenju tog i suviše teškog zadatka.

d) BAJKALSKA OBILAZNA PRUGA duga 244 vrsta (260 km). Iza Irkutska nastao je zastoj zbog teškog planinskog terena oko Bajkalskog jezera. Kako je ranije spomenuto, da bi se izbjeglo građenje tog teškog dijela pruge i probijanje mnogih tunela, bilo je u početku odlučeno, da se veza između obje jezerske obale uspostavi pomoću parnog prijevoza-ledolomca, koji je dobio ime »Bajkal«, i ta veza je bila uspostavljena aprila mjeseca 1900. god. Ali već u početku se predviđalo, a to je iskustvo i potvrdilo, da ovakova vrsta prijevoza parnim ledolomcem ne će odgovarati. Prijevoz je bio previše spor i nesiguran zbog uzburkanog jezera i zbog debelog leda na Bajkalu preko zime, pak je već 1899. god. odlučeno da se sagradi Bajkalska obilazna pruga.

Za nju je postojalo više mogućnosti, među kojima i ona uz samu jezersku obalu, koja se činila povoljnijom od one kroz gorje Svikususk ili dolinom Irkuta. Glavni je razlog zato bio, što bi ova izbjegavala tunel dug

3.5 vrsta. Ona je odvajala iz stanice Bajkal jezero, pak preko Sljudjanke (Kultuka) i Murina povezivala u Babuškinu (Misovaji) na Zabajkalsku prugu. U prvom dijelu ove obilazne pruge bilo je mnogo izbočina i duboko usječenih uvala sa strmim stjenovitim obalama, zbog čega bi njezino građenje bilo vrlo skupo i osobito teško. Da bi se izbjegli visoki i duboko fundirani zidovi, zašlo se prugom više u brdo, probiven je 31 manji tunel, i premošćeno je mnogo duboko usječenih uvala. Od Sljudjanke (Kultuka) do Murina tlo je i dalje kamenito s dubokim i strmim provalijama obraslim šumom. Iza stanice Murino litice se udaljuju od obale, i pruga vodi blažim terenom bez većih radova sve do priključka ove obilazne pruge u stanici Babuškin (Misovaja) na Zabajkalsku prugu. Prilikom građenja obilazne pruge nadošla je neočekivano velika poplava, koja je uništila 15 mostova i nekoliko odsječaka gotove pruge. Voda se je preko pruge prelijevala i do 3 m visoko. Poplava je uništila čitava naselja i grad Dorodinsk. To je uvjetovalo prelaganje mnogih dijelova pruge.

Pod jednako teškim uslovima sagrađene su i ostale pruge u vezi sa Sibirskom magistralom, kao Usuriska, Istočno-kitajska i Amurska željeznica.

Teškoće su i kod ove Bajkalske obilazne pruge nastajale od oštre klime, kao i od uzburkanog jezera, što je veoma otežavalo pristajanje uz mjesta građenja.

Širina planuma bila je utvrđena sa 5.55 m, *Rmin* = 640 m, iznimno do 320 m, a uspon nije prekoračivao 8‰. Na 1 km pruge bilo je prosječno 10.098 m³ iskopa, od toga 4038 m³ u stijeni. Šinje su bile 38 kg/m¹.

Građenje je započeto 1899. god., a dovršeno je u jeseni 1904. god.

e) AMURSKA ŽELJEZNICA dužine 1976 vrsta ili oko 2110 km.

Dotada je postojao samo vrlo manjkavi »Sibirski put«, koji je preko Sibirije povezivao Rusiju s Tihim oceanom. Premda se je već u drugoj polovici XIX. stoljeća o tome pomišljalo, da se kroz Sibiriju sagradi željeznička pruga, ipak je tek 1890. god. bilo odlučeno, da se započne njezino građenje, i to da se započne Usuriska željeznica na krajnom njezinu istoku.

Kako je već ranije navedeno, gradnja je započeta i s ruske strane prema Istoku, te je 1897. god. bio otvoren saobraćaj do Irkutska, a zbog katastrofalne poplave tek 1900. god. do Sretenska. God. 1904. spojene su ove dvije pruge obilaznom Bajkalskom željeznicom. Političke prilike prisilile su Rusiju da uspostavi vezu sa Vladivostokom i Port Arturom, a napose je to tražio nepovoljni ishod rata i mir s Japanom zaključen 1905. godine.

Te prilike ukazivale su na potrebu, da se sagradi i druga željeznička pruga, koja bi išla sjevernije od južne granice i to lijevom obalom rijeke Amura, a koju bi ta moćna rijeka dobro zaštićivala. Ova pruga, koja vodi sjeverno od rijeke Amura, bila je već i u početku tako zamišljena, jer ona južnije sagrađena pruga kroz Mandžuriju nije bila dovoljno sigurna. Osim toga razloga i ekonomski razlozi uvjetovali su građenje te sjevernije pruge zbog mogućnosti naseljavanja toga kraja ruskim kolonistima, kultiviranja prostranih plodnih zemljišta, kao i zbog iskorišćivanja rudnih bogatstava u dolini Amura.

U dumi bila su podijeljena gledišta o tom pitanju. Mnogi su poslanici bili zato, da se ta željeznica gradi, dok je druga strana bila protiv tako velikih radova u tim dalekim i pustim krajevima. Ovi su tvrdili, da se te velike žrtve ne će nikad isplatiti i bili su mišljenja, da se ti ogromni iznosi radije utroše na unapređenje matere zemlje i bližih krajeva Sibira pred Bajkalskim jezerom, a da se predjeli dalje na Istok prepuste svojoj sudbini.

Ipak je odlučeno, da se Amurska pruga gradi i 6. VI. 1908. god. započeti su radovi oko projektiranja i građenja željeznice.

Cijela Amurska pruga podijeljena je bila na 4 dijela i to:

a) Glavna pruga: Kuenga—Urjum 183 vrste, odobrena 6. VI. 1908. g. i za nju predviđeno 17,016.670 rublja.

b) Zapadni dio: Urjum—Kerak 621 vrsta, odobrena 22. VI. 1909. g. i za nju predviđeno 76,348.732 rublja.

c) Srednji dio: Kerak—Dija 638 vrsta, uključivo odvojak do Blagovješčenska 103 vrste, odobrena 21. VI. 1901. g. i za nju je predviđeno 69,994.240 rubalja.

d) Istočni dio: Dija—Habarovsk 470 vrsta i za nju predviđeno 77,277.180 rubalja.

Prema tome računalo se, da će čitava Amurska željeznica uključivo odvojka do Blagoveščenska biti duga 2015 vrsta (2150 km) i da će stajati oko 240,636.831 rubalj.

Računalo se, da će pruga biti gotova do 1919. god., ali je potpuno dovršena već 1914. god. Ova druga veza do Vladivostoka, preko teritorija SSSR je zaobilazna, i duža je od one Čita—Vladivostok preko Harbina za 900 km.

Ova druga veza Rusije s Tihim oceanom koristila se postojećom Zapadno-sibirskom prugom do Bajkala, obilaznom Bajkalskom prugom i Zabajkalskom prugom do Kuenge (između Nerčinska i Sretenska). Kod Kuenge se odvajala i slijedila lijevu obalu rijeke Šilke pak Amura sve do Habarovska.

U početku je postojao projekat da pruga ne obilazi Bajkal s južne strane, već da iza Krasnojarska kod Kanska pođe ravno na Istok na Tarasovskaju, pak sjeverno od Bajkalskog jezera na Verhne Angarskaju i kod Pokrovskaje stigne na lijevu obalu Amura i njome proslijedi do Habarovska po trasi gore navedenoj pod a), b) c) i d), kako je ona i sagrađena. Ali budući da je već postojala pruga do Kuenge, odustalo se od toga, i nova se odvojila od postojeće tek u Kuengi pak proslijedila gornjom trasom.

I na Amurskoj pruzi uza sve ogromne teškoće, radovi su brzo napredovali, te je njezina zapadna polovica: Kuenga—Kujbiševka (Aleksejevsk) u dužini od 1207 vrsta (1288 km) bila otvorena 15. X. 1913. god., a ostatak do Bačkareva dužine 50 vrsta (53 km) u decembru iste godine. Također su predate saobraćaju i pobočne pruge: Boljši Never—Rajnova dužine 64 vrste (68 km) i Taptugari—Časovskaja dužine 26 vrsta (28 km) u oktobru 1913. god., Kujbiševka (Aleksejevsk)—Blagoveščensk 103 vrste (110 km) u decembru 1913. g., a tako i Ušumun—Černjajeva 37 vrsta (39 km). Time je cijela druga polovica Amurske željeznice bila u saobraćaju koncem 1913. god.

Dok se je ova željeznica gradila, moralo se uspostaviti 5 radnih kolosijeka ukupne dužine 170 vrsta (181 km), da bi se povezalo gradilišta sa rijekom Amur, po kojoj se je građenje opskrbljivalo potrebnim materijalom i svim ostalim. Ove radne željeznice naknadno su se potpuno izgradile, a služile su redovitom saobraćaju kao veza glavne željeznice sa rijekom Amur.

Od većih građevina važno je da se spomenu mostovi preko Zeje kod Kujbiševke (Aleksejevska) dužine 815 m sa 8 otvora i most kod Bjelogorja 1216 m dužine sa 11 otvora. Šinje su bile 38 kg po m[1].

Gradnja istočnog dijela pruge od rijeke Bureja do Habarovska dužine 611 vrsta (652 km) započeta je 1912. god., a rok dovršenja je bio 1916. g. Od važnijih građevina bilo je 8 tunela ukupne dužine 4962 m, a najduži je bio 1591 m, i most preko Amura kod Habarovska sa 18 otvora po 124 m svega dužine 2227 m, težak 18118 t sa 58266 m³ zida, što treba naročito spomenuti. Radnici su bili većinom Kinezi.

f) USURISKA ŽELJEZNICA. Kako je već prije spomenuto, ona se počela graditi od svih dijelova Sibirske željeznice najprije. Bila je razdijeljena u dva dijela: južni, Vladivostok—Muravjev—Amurski dužine 378 vrsta (403 km) i sjeverni do Habarovska dužine 344 vrste (367 km). Južni je dio započet već u maju 1891. god., a dovršen je u novembru 1894. god., ali je taj dio predan saobraćaju tek 15. X. 1897. god.

Elementi građenja na ovoj pruzi bili su jednostavniji nego li na glavnoj pruzi: usponi su dozvoljeni do 15‰, *Rmin* = 260 m, dok su na sjevernom ravnijem dijelu dozvoljeni usponi samo do 10‰, a *Rmin* 427 m. Pred završnom stanicom premošćena je Usuri rijeka stalnim zidanim mostom. Ni uz ovu prugu nije bilo nikakvih putova, što je mnogo otežavalo radove, i morali su se graditi mnogi putovi i željezničke pruge, da bi se omogućio pristup i snabdijevanje gradilišta. Isto tako su jake kiše, a i pomanjkanje radništva jako ometali izvršenje radova. Bilo je uposleno do 2000 pritvorenika i do 15.000 Kineza.

Usuriskoj željeznici pripada još i pruga duga 110 vrsta (117 km), koja je spaja s kineskom Istočnom željeznicom. Ona se odvaja od stanice

Vorošilov (Nikolsk) i vodi do pogranične stanice Pograničnaja, u kojoj se priključuje na kinesku Istočnu željeznicu.

Ova tablica prikazuje nam razvoj voznog parka od god. 1903. do 1910. god., prema kome možemo da prosudimo jaki porast saobraćaja za tih 7 godina.

Pruga	god.	Lokomotiva		Kola		Teretnih kola	
		putničkih	teretnih	putničkih	specijalnih	pokrivenih	otvorenih i raznih
Sibirska	1903	52	683	939	310	9.735	3.542
	1910	222	1052	2617	117	16.388	5.244
Trans-bajkalska	1903	—	196	273	73	2.224	1.312
	1910	58	512	351	105	10.168	3.394
Usuriska	1903	—	118	73	47	1.572	674
	1910	—	182	130	27	1.443	1.071

FINANSIRANJE SIBIRSKE ŽELJEZNICE

Nakon što se u javnosti doznalo za odluku, da se gradi velika sibirska željeznica, stizale su mnoge ponude sa raznih strana, a među njima Engle-

PRUGA	Dužina u vrstama	Predračun g. 1903. troškovi		Građevni troškovi koncem 1911. troškovi	
		ukupni	po 1 vrsti	ukupni	po 1 vrsti
		u hiljadama rublja			
1. Zapadno sibirska pruga	1328	51.110	38		
2. Srednje „ „	1715	101.481	59	279.089	94.2
3. Odvojak kod Tomska	89	2·573	29		
4. Odvojak do Bajkala	64	3.172	50		
5. Bajkalska obilazna	244	53.626	220		
6. Transbajkalska	1036	79.943	77	230.507	153.4
7. Odvojak do Karimskaje	324	31·564	97		
8. Odvojak kod Nikolska	110	8.114	74		
9. Usuriska	717	46.267	65	70.489	76.9
10. Amurska	1976	337.400	(zadnji	troškovnik	1915. g)
11. Za podizanje moćnosti pruge	—	94.321	22	200.000) približno	—
Svega	7603	809.571		1,117.485	

ske i Francuske. Bilo je i takvih, prema kojima bi bili sagradili i eksploatirali prugu bez ikakve garancije ili pomoći od strane države. Sve takve ponude su odbijene i donesena je odluka, da se sibirska željeznica gradi iz državnih sredstava.

Gornja tablica prikazuje dužine pojedinih dijelova pruge i iznose građevnih troškova, predviđenih od državnog komiteta za građenje sibirske željeznice u god. 1903., kao i na nju faktički utrošene iznose po izvršenom građenju u 1911. god.

Ista tablica prikazuje samo faktične troškove građenja raznih dijelova željezničkih pruga. Ali u vezi s njezinim građenjem bilo je još i drugih značajnih troškova i to:

1. Parni prijevoz preko Bajkala	6,744.340	rubalja
2. Kineska istočna željeznica	253,496.850	„
3. Kineska istočna željeznica — obrambene naprave	46,293.386	„
4. Kineska istočna željeznica — šteta nastala od uništavanja prilikom ustanka 1900. god.	70,000.000	„
Svega	376,534.576	rubalja

Osim gornjih izdataka komitet je izdao još ove iznose u vezi sa građenjem željeznice, i to:

a) gradnja grada i luke Dalni	18,850.000	rubalja
b) subvencioniranje ili osnivanje parobrodarskih linija na Tihom oceanu	11,427.000	„
c) ispravka vođenih putova u Sibiru	10,321.000	„
Svega	40,598.000	rubalja

Iako su ovi troškovi bili uvjetovani pothvatom građenja sibirske željeznice, ne smiju se priračunati čistim građevnim troškovima, jer bi ih znatno povećali. Zato su oni i iskazani posebno.

Nije naveden ni način, kako su se smogli ti ogromni iznosi. Po svemu se čini, da je potrebne godišnje svote izglasavala državna duma, i da su oni podmirivani iz raspoloživih sredstava. Ali, da li je uspijevalo, da se oni pokriju eventualnim pretičcima u budžetu, ili su se oni pokrivali inostranim zajmovima, to nije nigdje iskazano, što je uostalom i sasvim sporedno. Činjenica je, da su izdaci za građenje sibirske željeznice, kao i svi ostali izdaci u vezi s njezinim građenjem, bili redovito namaknuti, a željeznica i sve ostalo, što je bilo potrebno, sagrađeno je, i sve to je savršeno služilo i služi dalje svojoj svrsi, kako je bilo i namijenjeno.

SAOBRAĆAJ NA SIBIRSKOJ ŽELJEZNICI

Saobraćaj na njoj naglo se je razvijao, što se vidi iz njegova porasta kroz 12 godina, tokom kojih je opažan, a osobito god. 1904. i 1905. za rata s Japanom.

Iako je glavna svrha ovih željeznica bila političko-vojna, ipak su one imale i ogromno privredno značenje, što prikazuju ove tablice, i to:

a) Osobni saobraćaj uključivši vojsku.

God.	Sibirska	Transbajkalska	Usuriska
	tisuća putnika		
1899	1.020	—	398
1904	1.755	1.500	613
1905	1.845	1.870	961
1910	3.466	1.869	1.320
1911	3.750	2.200	1.373

Iz ove tablice je vidljivo, da je osobni saobraćaj od god. 1899. do 1911. narastao: na sibirskoj željeznici od 1,020.000 na 3,750.000, na transbajkalskoj od 1,500.000 na 2,200.000, a na usuriskoj od 398.000 na 1,373.000 putnika.

b) Teretni saobraćaj

God.	Sibirska	Transbajkalska	Usuriska
	tisuća pudi (1 pud = 16.38 kg)		
1 899	89.399	—	69.961
1 904	202.408	80.825	47.006
1 905	249.035	157.295	69.072
1 910	316.139	112.648	122.825
1 911	395.647	173.101	142.231

Ova nam tablica kaže, da je teretni saobraćaj u istom razdoblju, t. j. od god. 1899. do 1911., dakle za 12 god. narastao: na sibirskoj željeznici od 89,399.000 na 395,647.000, na transbajkalskoj od 80,825.000 na 173,101.000, a na usuriskoj od 69,961.000 na 142,231.000 pudi.

AMERIČKE TRANSKONTINENTALNE ŽELJEZNICE

Sve su transkontinentalne željeznice zamjerne dužine, one spajaju suprotne obale jednog kontinenta (u Americi) ili preko više kontinenata (Evropa—Azija sibirskom željeznicom) šinjskim putom među sobom. Sve su ovakve željeznice od velike privredne važnosti, a svrha im je da omoguće lak pristup s obala oceana do srca kontinenata i obrnuto velikim masama ljudi i robe, za namirenje potreba kraja, kojim one prolaze, kao i za izvoz suviška, koji se tu nalazi, sigurno, jeftino i brzo, što bez odnosnih saobraćajnih sredstava ne bi bilo moguće. Osim vodenih putova jedino željeznica je, barem zasada, kadra da izvrši ovaj golemi zadatak za napredak čovječanstva.

Najveličanstvenije takvo djelo — kako smo to već prije spomenuli — je sibirska magistrala, koja je spojila istočnu obalu Atlantskog sa zapadnom obalom Tihog oceana.

U Sjevernoj i Južnoj Americi ima nekoliko željeznica, koje poput sibirske po svom položaju i po svojoj svrsi ispunjavaju gornji zadatak. U Africi su zamišljene i započete dvije takve željezničke pruge, ali one nisu potpuno izgrađene, nedostaje im još otprilike polovica u sredini.

Prije prosijecanja Panamskog kanala nije bilo kraće veze između istočne i zapadne obale Amerike, osim obilaznog morskog puta oko južne Amerike. Da se taj dugi zaobilazni put skrati i uštedi, sagrađena je već 1855. god. željeznica od Colon (Aspinwal) do Paname, a 1907. god. sagrađena je željeznica kroz Meksiko od Veracruza do Tihog oceana. One su uspostavile ekonomski vrlo važne veze između dvaju oceana, ali su presjekle kopno na relativno najužim mjestima, one ne sijeku kontinent po njegovoj širini, pak ne mogu da se ubrajaju u transkontinentalne pruge. U ovakve mogu da se ubrajaju samo gospodarski osobito važne željeznice u SAD i u Kanadi, koje presijecaju kontinent s jedne na drugu stranu, a povezuju prostrana, ekonomski vrlo važna područja među sobom i s oceanima.

Nastojanja oko uspostave ovakvih veza, kroz tada još potpuno nepoznate i neistražene krajeve, započela su već 1833. i 1834. g., u prvom početku građenja željeznica. Nakon što je god. 1842. general Fremont otkrio klanac kroz litice Rocky gorja, omogućen je bio prijelaz sa istoka do obala Tihog oceana, i počelo se pomišljati na podesnu željezničku vezu. 1844./45. god. izrađena je bila i osnova za takvu željeznicu. Ali budući da se kroz dugi niz godina nije moglo računati na rentabilitet ovakve željeznice, uz osnovu napravljen je i prijedlog, da država pokloni prostrana zemljišta uz prugu na slobodno raspolaganje društvu i da time omogući izgradnju željeznice. God. 1855. napravljen je ponovno prijedlog, da se sagradi željeznica sjeverozapadnim krajevima SAD i dokazivano je, da bi takva željeznica imala financijski uspjeh. Našli su se i preduzimači, koji bi je bili gradili, ali su ti planovi propali zbog početka građanskog rata.

Baš ovi politički razlozi pokrenuli su ponovo tu namisao i doveli je do ostvarenja. Kalifornija je bila vjerno odana Savezu republika, a najjače sredstvo, da ona u tome ustraje, bilo je da se poveže željeznicom sa saveznim državama Istoka. 1. VII. 1862. udijelio je kongres dozvolu dvama društvima za izgradnju takve željeznice, i to: Union Pacific Railroad da gradi od istoka prema zapadu, a Central Pacific Railroad da gradi od zapada prema istoku. Država je pomagala društva: dijelom podjelom državnih zemljišta uz prugu, a dijelom zajmom uz državno jamstvo kamata. Darovano zemljište iznosilo je 20 engleskih četvornih milja = 52 km^2 (1 $milja^2$ = 2.59 km^2) po svakoj milji sagrađene pruge, a novčana se pomoć sastojala od zajma od 16.000, 32.000 i 48.000 dolara za svaku milju (1609.33 m) sagrađene pruge, prema teškoćama terena, kojim je pruga prolazila. Zajam države društvu Union Pacific je iznosio 27,236.512 dolara, a Central Pacific željeznici 25,885.120 dolara, uz jamstvo od strane države od 6% kamata, ali da se ti iznosi, uključivo kamate povrate državi u roku od 30 godina. Već 1869. god. stigle su šinje za obje pruge u Ogden (Utah) u blizini velikih slanih jezera.

Nakon ove je 1881. god. u južnim državama sagrađena i predata saobraćaju željeznica Atchison—Topeka—Santa Fè.

Treća takva pruga bila je Northern Pacifička željeznica, za koju je podijeljena koncesija 2. VII. 1864. god. Ona se odvajala iz jedne točke Gornjeg jezera u državi Minnesota ili Visconsin u sjeverozapadnom pravcu oko 45° geografske širine, do jedne točke na Pugetsundu s odvojkom do Portlanda u Oregonu. I za ovu željeznicu je društvo dobilo prostrana zemljišta od 47,000.000 acra (190.000 km^2), ali unatoč tomu namaknuće glavnice potrebne za građenje išlo je vrlo teško, te je građenje počelo tek 1872. i 1873. god., pa je dovršena tek 1883. godine.

Četvrta je bila Canadian Pacifička željeznica od Montreala do Portmoody na Tihom oceanu, a predana je saobraćaju 1886. god.

Peta je Great Northern Railroad otvorena 1893. god., koja vodi od St. Paul i Duluth na sjever, pak prema zapadu, djelomično usporedo sa Northern Pacifičkom prugom. Ona svršava u Tacoma na Tihom oceanu.

Šesta je sagrađena u Kanadi, i to Canadian Northern Railway, koja je nastala kao spoj nekoliko manjih pruga u pokrajini Manitoba polovicom 90-tih godina prošlog stoljeća u vezi sa Canadian Pacific željeznicama do Winnipega i otud do Port Artura na sjevernoj obali Gornjeg jezera. Nakon što je uprava ove pruge došla u financijske teškoće, otkupila ju je 1920. godine engleska država.

Sedma je bila Grand Trunk Pacific Railway, za koju je podijeljena koncesija 1903. god., i ona je sagrađena sasvim na teritoriju dominiona Kanade. Država je izdašno pomogla njezino građenje. Ona počinje na istoku u Monetonu na Atlantskom oceanu, a svršava u luci Port Rupert na Tihom oceanu. Duga je 5725 km. Dovršena je 1914. god., ali je i ona,

jednako kao i ostale, došla 1915. god. u financijske teškoće, tako da je država i nju otkupila 1920. godine.

Osim zapadnih željeznica, sagrađenih u sjevernom visokom planinskom dijelu Kanade, skoro sve gore navedene pruge prolaze relativno povoljnim ravnim terenom, bez znatnijih teškoća, s malim brojem vještačkih radova, tunela i mostova. Osobito starije pruge sagrađene su u prostranim ravnim prerijama.

Treba ovdje napomenuti jednu osobitost, uveđenu na Central Pacifičkoj i na Kanadsko Pacifičkoj željeznici, a to su dugi natkriti dijelovi pruge, da se ona zaštiti od snježnih smetova u predjelima, gdje je vladala oštra zima s jakim snjegovima. Kasnije je ustanovljeno, da su takve bojazni bile pretjerane.

Upotrebljeni radnici pri građenju bili su većinom Kinezi. Crnci a ni Indijanci nisu odgovarali za takve radove, bijelci su pako bili previše skupi. Troškovi građenja spomenutih željeznica cijenjeni su prosječno na 50.000 dolara po milji, od čega je država davala 12—15% kao pripomoć.

Osim glavnih transverzalnih pruga od jedne do druge obale, sagrađeno je i mnogo poprečnih spojnih pruga. Mnoge pruge se nisu rentirale, i morala je često da intervenira država i da pripomogne, da se na njima ne bi obustavio saobraćaj. Često su se razne kompanije udruživale da monopoliziraju saobraćaj i iskoriste ga za vlastitu korist, a na štetu publike.

God. 1918. preuzela je država eksploataciju željeznica u svoje ruke, i otada su se prilike ustalile.

Od interesa je spomenuti, da u Americi nijedna transkontinentalna željeznica nije imala direktne veze s istočnim lučkim pristaništima. Pokus Northern Pacific željeznice da postigne sjedinjenje s istočnim željeznicama propao je.

S obzirom na vladajuće prilike u SAD mogu se ubrojiti u transkontinentalne ove željeznice:

1. Chicago—Milvaukee—Sant Paul (St. Paul—Tacoma) duga 1771 milju;
2. Northern Pacific (St. Paul—Tacoma) duga 1907 milja;
3. Great Northern (St. Paul—Tacoma) duga 1885 milja;
4. Union Pacific (Council—Bluff—St. Francisco) duga je 1783 milje;
5. Atchison—Topeca—St. Fè (Chicago—St. Francisco) duga 2576 milja;
6. Southern Pacific (New Orleans — San Francisco) duga 2.487 milja;
7. Denver Rio Grande, koja spaja samo Denver i Pueblo sa Slanim jezerima, otkuda posebna pruga vodi do San Francisca.

Na svim ovim transkontinentalnim željeznicama bio je jak osobni i teretni tranzitni saobraćaj, ali je još jači bio lokalni saobraćaj.

Prolazni saobraćaj iz Kine i iz Japana preko Tihog oceana do zapadne obale Amerike, a otud željeznicom do istočne njezine obale i dalje preko

Atlantskog oceana za Evropu, u koji su bile polagane velike nade, bio je mnogo manji nego što se očekivalo.

Kanadska željeznica, da unaprijedi saobraćaj preko svojih pruga, podržavala je redovite parobrodarske linije s azijsko-engleskim kolonijama, kao i s Japanom i s Kinom. U lokalnom saobraćaju svaka linija je imala vlastito područje, koje je njoj gravitiralo, dok su se za prolazni saobraćaj borile razne kompanije i iznalazile su razne načine da ga, čim više privuku preko vlastitih linija, a navlastito raznim pogodnostima i sniženjem prijevoznih stavova. Prijevozna cijena željeznicom od istočne obale do San Francisca iznosila je u početku 135 dolara, pak je postepeno snižena do na 80 dolara. Usto su na vozovima uvedene sve moguće pogodnosti, u čemu su društva međusobno konkurirala.

Putnici, koji su putovali za razonodu, upotrebljavali su u jednom pravcu vožnje jednu liniju, a za povratak drugu prugu, da vide različite krajeve raznih prirodnih ljepota, kojih na svim prugama ima na pretek. Northern Pacifička željeznica dotiče Jellowstonepark i prolazi romantičnim klisurama Rocky gorja, prelazi vododijelnicu u Mullans klancu na visini od 1823 m, pak ide uz divlju Columbia rijeku bogatu prirodnim zanimljivostima. Od osobite ljepote na Union Pacifičkoj željeznici je Utah sa Salt Laks City; Southern Pacifička presijeca između Portlanda i San Francisca veličanstveno gorje, a ujedno je i najkraći put za Colorado s njegovim visokim planinama, dubokim provalijama i divljim vodopadima. I pruga preko Kanade na mnogim svojim dijelovima presijeca predjele naročitih prirodnih krasota.

Kanadska pruga i obje pruge sjevernije od nje omogućile su pristup do Alaske, a njezina brda pokrita snijegom i vodopadi privlače mnoge ljubitelje prirode.

Ove pruge preko kontinenta osigurale su potrošna područja za bogata rudna nalazišta zapadne američke obale, a ostalim dijelovima Unije, s kojima su ih povezale, potrošna područja za njihove proizvode.

U Koloradu i Montani nalaze se bogata rudišta zlata i srebra, i razvila se velika rudarska industrija. Predjel, kroz koji prolazi Northern Pacifička, Great Northern, pak dolina Red Riever, kojom prolazi Kanadska željeznica, države Washington, Oregon i Kalifornija, kao i jugozapadne pokrajine Kanade, imaju izvanredno plodna žitna područja; Montana ima prostrane pašnjake i u njoj se uspješno razvija uzgoj blaga, u Kaliforniji svakovrsno voće i vino, na ušću Columbia rijeke razvio se ribolov lososa i industrija za njihovo konzerviranje, čiji se produkti razašilju po čitavom svijetu.

I u teretnom saobraćaju natjecale su se razne kompanije, da ga privuku na svoje pruge, što je bilo korisno za potrošače, dok se one ne bi složile na štetu korisnika željeznice. Zbog toga su tarife bile nestalne.

Nakon presijecanja Panamske prevlake nastala je konkurencija s parobrodima, pak su snižavane tarife, da bi se izdržala konkurencija.

Financijsko pitanje na željeznicama preko kontinenta s jedne na drugu stranu, vrlo je složeno. Većina kompanija borila se s velikim teškoćama, one su morale da često obustavljaju plaćanja i bile su blizu stečaju. Tako Northern Pacifička u 1873., 1883. i 1893. god., Union Pacifička 1892./93. god., Atchison—Topeca—Santa Fè, Southern Pacifička, a tako i Kanadian Pacifička, unatoč svim pripomoćima od strane države. Sve one su često zapadale u financijske teškoće. Jedina Great Northern nije se borila s tolikim financijskim teškoćama.

ODNOS ŽELJEZNICE PREMA NARODNOJ PRIVREDI

U Americi su privatnici gradili željeznice s jedinom svrhom, da dobro ulože svoje kapitale. Uz veliku reklamu društva su privlačila tuđe kapitale, osobito one sitnih štediša, a raznim špekulacijama na burzi prodavane su i kupovane akcije, kod čega su sitniji ulagači redovito stradali, dok bi krupniji nalazili svoj račun.

Razumljivo je, da pod takvim prilikama ni saobraćaj nije mogao da bude na visini i da odgovara interesima širokih narodnih masa. Ni sigurnost na takvim željeznicama nije bila zamjerna. Štedjelo se je čim više na radovima održavanja i bezbjednosti pruga, potrebitih za sigurnost publike i robe.

Ovakve prilike upućuju na to, da željeznice kao opće dobro, treba da gradi država kao zajednica, da su željeznice državne kako to utvrđuje naš Ustav, jer jedino u tom slučaju one najbolje odgovaraju interesima naroda. Samo je dužnost svih građana da pripomažu upravu u njezinu nastojanju da željeznice ispunjavaju svoj civilizatorni, privredni i nacionalni zadatak na korist zemlje.

Iako su američke željeznice bile u prvom redu sagrađene u špekulativne svrhe, ipak je neosporno, da su one omogućile ekonomski razvitak Novog svijeta i da bi bez njih prostrana Amerika, i sva njezina prirodna bogatstva, bila ostala neiskorištena, a ona zapuštena i zaostala zemlja. (Isto to smo vidjeli i kod Sibirske magistrale).

Iz gore rečenoga treba da naša zemlja povuče pouku: Jugoslavija se nije dosada razvila prema preduvjetima, koji su postojali. Ona nije imala dovoljno i smišljeno položenih željezničkih pruga. Taj nedostatak moramo ukloniti, a to možemo ako izgradimo željezničku mrežu, kakva će nama odgovarati, onda će i naša zemlja kroz vrlo kratko vrijeme postati napredna i bogata. Da smo to u stanju, dokazuju naše Omladinske pruge, sagrađene kroz kratko vrijeme nakon oslobođenja.

Naša zemlja mora da iskoristi svoj osobito povoljni geografski položaj u srcu evropskog kontinenta i svoje vrlo povoljne orografske i klimatske prilike. Moramo da iznađemo najpovoljnije trase i sagradimo takve željezničke pruge kroz svoju zemlju, koje će sve naše krajeve, nama su-

sjedne države, a preko njih i one udaljenije najkraćim i najekonomičnijim putem izvesti u naše Jadranske luke, jer baš putem njih Jadransko more najdublje zadire u evropsko kopno.

U drugoj knjizi bit će prikazani neki od ovih naročito povoljnih putova, radi poticaja za proučavanje i povoljno rješenje ovog nadasve važnog i po našu zemlju presudnog pitanja.

U svim zemljama željeznice imaju presudno značenje za odvijanje kolijko lokalnog, toliko i tranzitnog prijevoza: u prvom redu masovnih artikala, kao ugljena, ruda, drva, žitarica i sl. Bez njih se ovakvi jeftiniji artikli ne bi mogli prevoziti na veće udaljenosti i zastala bi opskrba pučanstva tim masovnim artiklima, a isto tako i opskrba industrije sirovinama iz udaljenijih krajeva.

Razviće narodnog gospodarstva u jednoj državi nije moguće bez odgovarajućeg transporta, koji povezuje i cementira u jednoj privredi raznih središta, centre industrije s oblastima i rajonima poljoprivrednog gospodarstva, dajući im sirovine i snabdijevajući ih. Engleska kao gospodarstvo, ne bi se dala ni zamisliti bez prvoklasnog morskog transporta, koji povezuje u jednu cjelinu mnogobrojne teritorije. Jednako tako i svaka druga zemlja, kao gospodarstvo, ne može se zamisliti bez prvoklasnog željezničkog transporta, koji povezuje u jednu cjelinu razne njezine krajeve i oblasti. Žrtve zato podnesene, višestruko se isplaćuju.

Ovo treba da primijenimo i na F. N. R. J., pretežno gorovitu zemlju sa dugom razvijenom obalom. Moramo izgraditi takvu željezničku mrežu, koja će te razne krajeve najpovoljnijim putovima povezati među sobom i izvesti ih u naše luke na moru i na plovnim rijekama.

Veliko je gospodarsko značenje uspjeha rada transporta nadasve složenog u svim pojedinim njegovim zvanjima i granama službe, a koji su svi samo članci te džinovske organizacije koja se zove: saobraćaj, pa bio on po željeznici, po cesti, po vodi, u zraku ili na drugi način, koji su svi, a osobito u socijalističkoj državi, usmjereni u jednom pravcu, a taj je da služe zajednici. U tome je razlika prema službi saobraćaja u kapitalističkim državama, čije se razne grane razvijaju zasebno, svaka na svoju ruku u međusobnoj konkurenciji, jedino na korist kapitala, za što veće profite ulagačima kapitala.

Željeznice su na kopnu, najjača grana saobraćaja i njihovom razvitku treba posvetiti punu pažnju, kako to biva u svakoj naprednoj zemlji. Dokaz zato imamo u veličinama mreže i u nastojanju da se ona udopuni.

SAD imaju najviše željeznica i imale su 1933 g. 419.069 km. U SSSR dužina željezničke mreže iznosila je 1913 g. 58.500 km, 1940. g. 106.000 km, a u 1950. g. će imati 123.000 km eksploatacione dužine.

U petoljetki 1946./50. god. predviđa se:

a) Elektrifikacija magistrala Urala, Zakavkaza, Sibirije i još nekih pruga, kao i dvotračne pruge Kurbass—Novosibirsk—Omsk—Čeljabinsk—Ufa, dužine 2300 km.

Primjena električne energije osobito se preporuča u rajonima velikih hidrocentrala, gdje željeznice koriste jeftinu energiju vode.

U četvrtoj petoljetki će se elektrificirati 5325 km željezničkih pruga, dok je 1940. god. bilo svega 2000 km elektrificiranih željeznica.

b) Prema planu u tih pet godina položit će se u SSSR 7230 km novih željezničkih pruga među njima oko 500 km duga željeznica Mointii—Ču, koja će skratiti odstojanje Alma-Ata i Karagande za 2000 km.

Južno-sibirska magistrala počima u Taškentu, a svršava u Kujbiševskom rajonu. Ona presijeca razne rajone i oblasti. Područje koje joj gravitira premašuje 600.000 km², a njezina dužina iznosi oko 4000 km.

Ona ima ogromnu ulogu u uspostavljanju od Nijemaca razrušenih i oštećenih građevina. U petoljetki treba uspostaviti i sagraditi 1800 većih i srednjih mostova i 1500 stanica.

Naša zemlja je u tom pogledu jako zaostala, pak je naš Petogodišnji plan predvidio u svrhe saobraćaja 72,6 milijardi Dinara. To vidimo iz zamašnih radova koji su tim planom predviđeni:

a) Izgradnja dvostrukog kolosijeka normalne širine u ukupnoj dužini od 477 km i to na prugama: Podsused—Sutla, Zagreb—Dugo Selo, Zemun—Novska, Savski Most—Topčider, Lapovo—Niš.

b) Dovršenje građenja započetih željezničkih pruga na dužini od 400 km. Izvršenje elektrifikacije 300 km željezničkih pruga normalnog kolosijeka.

c) Izgradnja novih pruga u ukupnoj građevnoj dužini od 1500 km i započimanje izgradnje u ukupnoj dužini od 430 km.

Pri građenju i rekonstrukciji pruga bit će primjenjivana industrijsko serijska izrada tipiziranih mostova, zgrada i konstruktivnih dijelova.

d) Izvršenje definitivne obnove svih u ratu porušenih i oštećenih željezničkih pruga, objekata, postrojenja i voznih sredstava sposobnih za opravku. U tom cilju izvršit će se definitivna obnova mostova u dužini od 20.000 m i podići i pustiti u saobraćaj porušeni mostovi na Dunavu kod Bogojeva, na Savi kod Jasenovca, preko Struge i Uštice. Izvršit će se obnova tunela i galerija, a sanirati ruševiti tereni na glavnim prugama. Obnovit će se 150.000 m² staničnih zgrada, podići i obnoviti 430.000 m² drugih privrednih i upravnih zgrada, izgraditi 5000 stanova za radnike i službenike željezničkih jedinica.

God. 1933. bila je dužina svih željeznica na svijetu 34 opsega zemlje u ekvatoru, ili tri i pol puta srednje udaljenosti Zemlje od Mjeseca (384.420 kilometara).

Sve željeznice, koje su bile sagrađene do 1920. god. (oko 1,000.000 km) stajale su preko 215 milijardi zlatnih dinara ili prosječno 215.000 zlatnih dinara od km.

Od ukupne svjetske željezničke mreže od oko jednog i četvrt miliona km bilo je u:

	1903. god.	1911. god.	1923. god.
Americi	432.618 km	541.000 km	598.873 km
Evropi	300.429 „	339.000 „	379.991 „
Aziji	74.546 „	105.000 „	129.510 „
Australiji	26.723 „	32.000 „	47.682 „
Africi	25.039 „	41.000 „	59.674 „
U raznim državama Evrope:			
Njemačka	54.426 „	61.900 „	57.642 „
SSSR	53.251 „	61.000 „	56.370 „
		(sa Azijom 67.770 km)	
Francuska	45.226 „	50.200 km	53.561 „
Austro-Ugarska	38.818 „	44.800 „	
Mađarska			9.529 „
Austrija			6.684 „
Engleska	36.148 „	37.600 „	39.262 „
Italija	16.039 „	17.200 „	20.118 „
Švicarska		4.100 „	5.748 „
Belgija		8.700 „	11.093 „
Čehoslovačka			14.030 „
Finska			4.391 „
Poljska			19.271 „
Luksenburg			538 „
Nizozemska			3.345 „
Španjolska			15.572 „
Portugal			3.427 „
Danska			4.967 „
Norveška			3.456 „
Švedska			15.378 „
Jugoslavija			9.172 „
			1925. g. 9.984 „
Rumunija			11.784 „
Grčka			3.192 „
Albanija			300 „
Bugarska			2.618 „
Turska			414 „
Malta			110 „

Ova tablica daje nam stanje željeznica u Evropi u 1935. god.:

Države Evrope	Površina u 100 km²	Broj stanovnika u 10.000	Godišnji obrt u 1,000.000 zl. din	Dužina željezničke mreže u km
1	2	3	4	5
Albanija	275,38	100,59	12	300
Austrija s Lihtenštajnom	840,24	677,50	3975	8.199
Belgija	304,44	806,02	3914	11.093
Bugarska	1.031,46	609,00	675	2996
Čehoslovačka . .	1.403,94	1.505,70	6.206	13.765
Grčka	1.304,88	633,37	606	3192
Danska	429,31	365,60	4.608	5.319
Engleska s Gibraltarom i Maltom . . .	2.429,27	4.710,40	46.362	32.604
Finska	3.828,01	373,85	1.890	5.829
Francuska s Monakom .	5.509,68	4.196,22	22.008	62.213
Holandija	341,81	839,20	9.877	3.635
Island	1.028,46	11,06	—	—
Italija sa S. Marinom .	3.102,38	426,40	10.016	21.000
Irska	688,95	299,30	—	4.816
Jugoslavija . . .	2.475,42	1.540,00	1.416	10.400
Luksenburg	25,86	30,30	—	543
Madžarska	930,73	889,50	1.902	9.529
Njemačka	4.707,13	6.661,60	32.244	58.405
Norveška	3.860,53	287,10	2.499	3.873
Poljska	3.902,83	3.382,55	4.190	22.170
Portugal . . .	917,68	714,00	4.304	3.458
Rumunija	2.949,67	1.879,20	1.304	11.948
SSSR	50.784,10	14.014,87	—	69.497
Turska u Evropi . .	239,75	104,00	—	414
Švicarska	412,95	415,30	4.829	6.028
Švedska	4.489,73	621,16	4.993	16.823
Španija	5.049,02	2.356,39	4.601	16.733
Sva Evropa	103.263,94	52.274,81	—	404.682

Stanje željeznica na ostalim kontinentima u 1933. godini:

Zemlje i kontinenti	Površina u 100 km²	Broj stanovnika u 10.000	Dužina željezničke mreže u km
1	2	3	4
Obje Amerike u njima:	404.118.50	26.241,30	625.095
a) Sjed. države	93.685,53	12.817,70	419.069
b) Britanske zemlje . . .	102.888,30	1.361,20	69.564
c) ostale zemlje	207.545,67	12.062,40	146.462
Azija	425.292,00	115.440,30	163.000
Afrika	300.066,76	14.894,13	71.737
Australija i Okeanija	85.558.00	1.006.40	49.495
Polarna oblast	71.750,00	1,70	0
Svi kontinenti zajedno . . .	1,139,049,20	209.858,64	1.314.009

V. NEKOLIKO PODATAKA O RAZVITKU ŽELJEZNICA KOD NAS

OPĆENITO O ŽELJEZNICAMA

Napretkom čovjeka rasle su i njegove potrebe, koje su namirivane izmjenom dobara. Što su više rasle potrebe, to je veća postajala izmjena, a čovjek je nastojao da olakša rad oko izmjene.

Uporedo s razvitkom čovjeka usavršivala su se i sredstva za izmjenu dobara — saobraćaj, suhi i vodeni putovi, željeznice, pošta, telegraf, telefon, motorna kola, zračni saobraćaj sa svim pomagalima, i to: leđa čovjeka i životinje, nosila, seoski putovi i kola, saonice, ceste s kolima, kočijama, automobilima i motornim vozilima, šinjski putovi, a po njima pogon konjima, traktorima, parnim, električnim i motornim lokomotivama, koje vuku za sobom mnogo vagona punih ljudi i razne robe. Na vodi brodovi na vesla, jedra, na mašinski i motorni pogon. Zračni saobraćaj aeroplanima i zračnim lađama.

Ovim raznim sredstvima olakšana je izmjena misli i dobara te jeftino, sigurno i brzo prodiranje kulture do u najzabitnije dijelove svijeta. Nestalo je daljine. U XIX. stoljeću izumom šinje i parne lokomotive nastao je preokret od presudnog značaja za napredak čovječanstva. God. 1825. proradila je prva željeznica Stockton—Darlington. Gradnjom je upravljao Georg Stephenson, a fabrika njegova i sina mu Roberta sagradila je tri lokomotive za tu prugu. Otada su se željeznice naglo razvijale.

God. 1830. bilo ih je na svijetu	. . . .	332 km
„ 1850. „ „ „ „ „	. . . .	58.022 „
„ 1903. „ „ „ „ „	. . . .	859.355 „
„ 1923. „ „ „ „ „	. . . .	1,215.730 „
„ 1933. „ „ „ „ „	. . . .	1,314.009 „

Prva briga narodnih vlasti u socijalističkim državama je briga za uredan saobraćaj na cestama, željeznicama, na moru i na rijekama, a danas i u zraku. Redovan saobraćaj je preduvjet blagostanju naroda u socijalističkoj državi. On omogućuje brzu i nesmetanu izmjenu misli i dobara unutar države i preko njenih granica.

Iako u novije doba saobraćaj motornim vozilima po cestama preotima maha i sve to više se usavršava, željeznice će po kopnu ipak ostati još za dugo vrijeme glavno saobraćajno sredstvo za velike mase i na velike udaljenosti, osobito za svu jeftiniju robu, ugljen, rudu, drvo, cerealije i sl.

Zato je od osobite važnosti, da se željeznička mreža usavrši i tako rukovodi, da zadovolji ekonomske i kulturne potrebe naroda. Prijevoz željeznicom mora biti brz, siguran i jeftin.

NAŠE ŽELJEZNICE

Bacimo li pogled na željezničku kartu Jugoslavije, opazit ćemo, da u velikom njezinu jugozopadnom dijelu nema željeznica. Taj kraj ima oko 44.000 km² ili oko 1/7 površine naše države. Tuda prolazi samo uzana željeznička pruga Sarajevo — Metković — Dubrovnik — Zelenika i novosagrađena uzana pruga Trebinje—Bileća—Nikšić, koja je 1948. g. produžena do Titograda. Mnoge evropske države su manje od naše ili približno tolike, a imaju razgranjenu željezničku mrežu. Na pr. g. 1935. Belgija sa 30.000 km² ima oko 11.000 km, Danska sa 43.000 km² ima oko 5.000 km, Holandija sa 34.000 km² uz razgranjenu mrežu kanala ima oko 4.000 km, a mala Švicarska sa 41.000 km² ima 6.000 km. Pomorska država Vel. Britanija sa skoro istom površinom kao Jugoslavija ima oko 33.000 km željeznica. Ovo nam dokazuje, da je taj naš kraj i u tom pogledu mnogo zaostao.

Teritorij naše današnje države do pred tri decenija bio je rastrgan na dvije male državice i mnogo malih pokrajina, zasebno upravljanih pod tuđom vlasti. Nije bilo u interesu bivših vlastodržaca da se bilo što uradi za ekonomsko i kulturno pridizanje našeg naroda. Kočio se dodir raznih dijelova našeg naroda.

Zadatak je naše narodne vlasti da i to stanje popravi, jer nema napretka, a nije moguće ni upravljanje jednom zemljom bez urednog i suvremenog saobraćaja. To su uvidjeli najstariji narodi svijeta: Asirci, Kinezi, Babilonci, Rimljani i dr. gradili su dobre putove, koji su im omogućili upravljanje zemljom, proširenje granica i gospodstvo nad drugim narodima. Kraljica Semiramis sagradila je oko 3.400 km putova, a Rimljani oko 100.000 km na sve strane svijeta. Turci i Napoleon uporedo sa napredovanjem vojske gradili su i putove, jer bez njih ne bi bilo moguće pravilno snabdijevanje vojske.

Izumom parne mašine i gvozdenog puta i mehaniziranjem pokretne snage nastao je golem preokret. Izumom parobroda u XVIII. stoljeću nestalo je daljina na morima, a izumom željeznice i parne mašine u XIX. stoljeću nestalo je daljina na kopnu. Omogućena je izmjena dobara u velikim masama brzo i jeftino u svim krajevima svijeta. Kao primjer navodimo, da je god. 1860. jedan q pšenice u Engleskoj stajao 25 Fr., a u Rusiji 12.5 Fr., dok je god. 1890. američka pšenica stajala u Engleskoj 13 Fr., a u Ru-

siji, na mjestu proizvodnje, 14 Fr. po 1 q. I kod nas nakon prvog svjetskog rata imali smo sličnu pojavu. U Dalmaciji američka pšenica i kukuruz iza prvog svjetskog rata bili su jeftiniji od iste robe iz naše Vojvodine, a razlog je bio otežan i neredovan saobraćaj sa nekoliko pretovara, koji su poskupljivali robu.

Veliki gradovi kao New York, London, Berlin, Paris i t. d. ne bi se bili mogli razviti do te veličine bez željeznica, jer ne bi bila moguća njihova opskrba i prehrana.

Ne možemo ni zamisliti unapređenje poljoprivrede, eksploataciju šumskog i rudnog blaga, prehranu pučanstva, turizam i sve druge grane narodnog gospodarstva, a tako ni uspješnu upravu nad udaljenijim područjima zemlje bez dobrih, brzih, jeftinih i udobnih saobraćajnih sredstava, u prvom redu bez parobroda na vodi, a bez željeznica i motornih vozila na kopnu.

Nakon 1918. god. naslijedili smo oko 9000 km željezničkih pruga, od toga oko 6000 km normalnih i oko 3000 km uzanih pruga. U većini bili su to dijelovi raznih željeznica prekinutih novim državnim granicama, bez prave međusobne veze, građenih sa svrhom da razne naše krajeve povežu sa bivšim centrima Bečom i Peštom, a poprečne veze su bile građene da ove alimentiraju.

Odmah iza 1918. god. počelo se pomišljati i raditi na opravljanju i udopunjavanju naslijeđene manjkave željezničke mreže, opravkom porušenih pruga i građenjem novih, gdje ih nije bilo i usavršavanjem postojećih pruga, koje nisu odgovorale novim potrebama. Posao je bio ogroman. Moralo se opraviti srbijanske željeznice, koje je neprijatelj temeljito uništio pri povlačenju. I sve druge željeznice trebalo je temeljito popraviti iza prvog svjetskog rata, budući da su bile do krajnjih granica istrošene. Osim toga moralo se pregraditi u Hrvatskoj i Slavoniji vojno krajiške vicinalne pruge od Sunje do Beograda u glavnu prugu. Ova je pruga postala naša glavna saobraćajna arterija, a kasnije je pregrađena u glavnu dvotračnu prugu. Vicinalka Dugoselo—Novska pregrađena je također u glavnu tako, da na odsječku Novska — Zagreb imamo dvije pruge t. j. nju i prugu Zagreb — Sisak — Sunja — Novska, a od Novske do Beograda dvotračnu prugu. Uspostavljen je također i dvostruki kolosijek između Zagreba i Zidanog Mosta, tako da smo imali dvokolosječne pruge, od sjeverne državne granice kod Špilja preko Ljubljane do Trsta i od Zidanog Mosta preko Zagreba do Beograda. Od dovršenja drugog kolosijeka na glavnoj našoj saobraćajnici Zagreb—Beograd bio je kod nas saobraćaj sređen i redovit, što dotada nije bilo moguće zbog nedovoljne propusne moći te hrptenice našeg željezničkog sistema.

Od 1919. god. do pred II. svjetski rat sagrađeno je bilo i pušteno u sabraćaj u bivšoj Jugoslaviji 1180 km novih normalnih i 600 km novih uzanih jednotračnih željezničkih pruga, i 400 km drugog kolosijeka uz postojeće pruge. Još se nalazilo u građenju oko 420 km normalnih, i to Unska sa 112 km, koja je koncem 1948. g. dovršena, Črnomelj—Vrbovsko 42 km, Karlovac—Bihać 103 km, Kuršumlija—Priština duga 68 km (otvorena 7. VIII. 1948. g.) i na pruzi Banja Luka—Kraljevo oko 100 km. U projektu je bilo pred drugi svjetski rat oko 1500 km važnih novih željezničkih pruga, od kojih su neki dijelovi bili u građenju, koje je zbog rata obustavljeno.

U vrijeme Oslobođenja 1945. god. granice naše države ostale su u glavnom iste, jedino pripojenjem Istre i Slov. Primorja pomakla se naša granica na zapad. Time se naša željeznička mreža povećala: za dvokolosječnu prugu Rakek—Općina dužine 67 km i za jednotračne pruge: Podbrdo—Općina dugu 94 km, Gorica—Ajdovščina dugu 28 km, Pula—Hrpelje Kozina dugu 121 km, Kanfanar—Rovinj dugu 21 km, Sv. Petar—Rijeka dugu 60 km i Divača—Hrpelje Kozina dugu 12 km, ili za ukupno 403 km. Osim sagrađenih Omladinskih pruga je 21. XII. 1948. godine dovršena spojna pruga Dutovlje—Sežana duga 9 km, polovicom 1948. g. Kuršumlija—Priština duga 68 km, i koncem 1948. g. unska pruga Bihać—Knin duga 112 km. Većina naših pruga bila je u ratu uništena, a tako skoro i svi mostovi. Odmah nakon oslobođenja izvršen je ogroman rad uz pomoć širokih narodnih masa, te su sve pruge u vrlo kratkom vremenu bile obnovljene i saobraćaj na njima uspostavljen. Osim toga od polovice 1946. god. do novembra iste godine, kroz samih nekoliko mjeseci sagrađena je normalna Omladinska pruga Brčko—Banovići duga 93 km, kroz 6 mjeseci 1947. god. sagrađena je druga normalna Omladinska pruga Šamac—Sarajevo duga 243 km, a ljeti 1948 godine dovršena je i pruga Nikšić—Titograd duga 53 km. Polovinom aprila 1949. g. predan je saobraćaju i drugi kolosijek u ratu porušene naše glavne arterije Beograd—Novska. Od Oslobođenja sagrađeno je preko 1000 km novih pruga. Omladinske radne brigade postigle su rekord u brzini građenja i dokazale, da se dadu riješiti i svladati najteži problemi, ako im se pristupi voljom i uz suradnju i uz pomoć širokih narodnih masa.

ŠIRINE KOLOSIJEKA

Poznato je, da naše željeznice nisu istog sistema. Imamo uglavnom dvije širine kolosijeka, normalni 1.435 m i uzani 0.76 m, što čini najveću teškoću i zapreka je pravilnom i brzom rješenju plana za izgradnju naše željezničke mreže, kao i za nesmetano odvijanje saobraćaja kod nas. U Slavoniji i Vojvodini imamo nešto kolosijeka od 1 m, a u Makedoniji nešto kolosijeka 0.60 m, ove posljednje kao ostatak njemačke okupacije iza prvog svjetskog rata. Prve su samo odvojci, a makedonske se postepeno pregrađuju u normalne pruge.

Postoje dvije mogućnosti rješenja ovog zamršenog i teškog pitanja.

1. Zadržati i dalje udopunjavati oba sistema:

a) normalni na glavnim pravcima, pretežno u ravnijim i bogatijim predjelima i

b) uzani na sporednim prugama u težem terenu i u siromašnijim krajevima.

2. Zadržati samo normalni sistem, nove pruge graditi kao normalne i postepeno izbacivati uzani kolosijek pregradnjom u normalni, što bi, razumljivo, za redovan saobraćaj bilo najpovoljnije rješenje, ali tek nakon potpunog normaliziranja svih pruga.

PREDNOSTI I MANJKAVOSTI OBAJU RJEŠENJA

Ad 1. Zadrže li se obje širine kolosijeka, bit ćemo prije u stanju da udopunimo našu željezničku mrežu potrebitim novim prugama. Građenje uzanih je jeftinije. Jedan kilometar uzane u srednje teškom terenu stoji od prilike $1/4$ do $1/3$ od 1 km normalne pruge. Prema tome, budemo li gradili uzane, moći ćemo s istim novcem sagraditi 3—4 puta više km i udopuniti praznine. U laganom i jako teškom terenu razlika je troškova građenja manja. Sa troškom za 1 km normalne, moglo bi se sagraditi 2—2½ km uzane. U laganom terenu ne isplati se graditi uzane pruge, budući da je građenje jeftino, a razlika je mala, ali ako se nova pruga povezuje na uzanu ili se od nje odvaja, gradit ćemo uzanu po trasi položenoj za normalnu, da bi se u svako doba, uz mali trošak mogla pregraditi na normalnu. Kod građenja uzanih treba svakako voditi o tome računa. Takva je pogreška napravljena u Srbiji. Iz zajma od 30. X. (12. XI.) 1906. god. u iznosu od 95,000.000 zlatnih franaka uz 4,50% za naoružanje i željeznice, da bi se sagradilo više, gradile su se uzane širine kolosijeka 0.76 m, premda ih je većina bila u ravnici i lagana.

Ali moćnost uzanih pruga je manja negoli kod normalnih, vožnja je polaganija i neudobnija, potreban je pretovar ako je povezana na normalnu, a i eksploatacija je nešto skuplja. Pretovar i gubitak vremena od njega je najveća neprilika, ali može da se ublaži podesnim napravama, osobito za razasutu robu (rinfusa) kao cerealije, ugljen, rudu i sl. Ovo je teško iskusila Srbija za prvog svjetskog rata na pruzi Paraćin—Stalać, koja je dio glavne normalne pruge Beograd—Niš. Kod Paraćina je ulazila uzana pruga iz Zaječara, a kod Stalaća je odvajala uzana za Kraljevo—Čačak—Užice. Između Paraćina i Stalaća nije bilo uzane veze, već sama normalna, pak su se sva roba, ljudi i ranjenici u vrijeme rata morali dvaput pretovarivati, što je pravilo ogromnih teškoća. God. 1921./22. sagrađen je uz postojeći normalni i drugi uzani kolosijek 21 km dug, i time je ta neprilika uklonjena.

Zbog toga razloga bili su Srbijanci veliki protivnici uzanih željeznica, premda ih imaju dosta, ali su to u većini bili samo krakovi međusobno nepovezani. Glavni razlog, zbog koga su se u Srbiji gradile uzane pruge bio je taj, što se kanilo povezati ih sa bosanskim uzanim željeznicama i preko njih dobiti izlaz na more. Nakon dovršenja pruge Vardište—Užice god. 1925 bile su povezane srbijanske sa bosansko-hercegovačkim uzanim

željeznicama, čime su dobile direktan izlaz na more u Metkoviću, Dubrovniku, Hercegnovom i Zeleniki, a u drugom svjetskom ratu i u luci Ploče na ušću Neretve, zbog eksploatacije rude iz Bosne.

Bosanske uzane željeznice sačinjavale su sistem za sebe, one su bile među sobom povezane, imaju direktan izlaz na more u Pločama, Metkoviću, Gružu i Boki, a povezane su na normalnu mrežu u Beogradu, Brodu i Prijedoru. Bile su dobro uređene i upravljane, pak su za to i odgovarale, što se osobito pokazalo u prvom svjetskom ratu, a i nakon sloma A. U., kada je kroz same tri sedmice prevezena iz Boke sva razbijena vojska austrijske južne fronte od preko 250.000 oboružanih vojnika, demobiliziranih i u rasulu.

Kako je već spomenuto imamo oko 3600 km uzanih željezničkih pruga, a trebalo bi još sagraditi preko 500 km, dakle imali bismo preko 4000 km. Pregradnja ovih pruga na normalne iziskivala bi ogromnih financijskih žrtava. Mnogi dijelovi, i to najteži, morali bi se potpuno napustiti i graditi novi, što bi sve stajalo oko 10 milijardi dinara, i to po cijenama iz 1938. godine. Korist od toga ne bi bila u razmjeru s tim ogromnim investicijama.

Povoljnije bi bilo, kada bi se, osobito u teškom terenu i u našim siromašnijim krajevima, udopunila uzana mreža, ali vodeći računa o njezinoj pregradnji na normalnu prugu. Šipadove pruge u sjeverozapadnoj Bosni povezane su na Unsku u Ličkoj Kaldrmi, čime je otpao pretovar u Kninu (kašnje u Strmici), a Drvar kao centar drvarske industrije, treba spojiti normalnom prugom od 23 km dužine s Martinbrodom na unskoj pruzi. Time bi svi industrijski produkti iz Drvara išli direktno normalnom prugom, bilo na sjever ili u naše jadranske luke na jug.

Ovo su razlozi, koji, govore zasada protiv napuštanja uzanog kolosijeka u Bosni.

Ad 2. Najidealnije rješenje za korisnike željeznice, za ljude i za svu robu, koja se njome prevozi, za upravu željeznice, za domaći kao i za međunarodni saobraćaj s našom državom, bio bi samo jedan sistem normalnih željeznica u cijeloj našoj zemlji, i da se pruge dobro održavaju. Time bi se postigao brži, redovitiji, jednostavniji i udobniji saobraćaj u cijeloj državi. Prema tome podesnije bi bilo, da se sve nove pruge grade kao normalne, a postojeće uzane postepeno pregrađuju na normalne. Nego, postoji tu i druga teškoća, koja nastupa kod zadiranja jednog sistema u drugi. Bilo je onih, koji su predlagali, da se u takvim slučajevima grade paralelne pruge normalnog uz uzani kolosijek, a da se ovaj ne bi prekidao. Ovakvo bi rješenje bilo i previše skupo s obzirom na množinu tereta, koji se na raznim prugama, barem zasada, prevozi i svladava samom postojećom uzanom prugom, pak ga ne bi bilo dovoljno za obje pruge, a povećali bi se i troškovi eksploatacije na dvije usporedne pruge. One nikako ne bi bile iskorištene, a takvo rješenje moglo bi se eventualno usvojiti samo za glavnu bosansku arteriju od Broda preko Sarajeva do Ploča. Mjesto

građenja paralelnih pruga bilo bi svakako uputnije, da se študiraju druge pruge, koje bi spajale ista krajna mjesta, a ne bi vodile istom trasom. Te nove pruge uključile bi nove predjele u željezničku mrežu.

Budemo li ovako gledali na ovo važno pitanje, u današnjim našim prilikama, teško ćemo se odlučiti na uvedenje samog jednog normalnog kolosječnog sistema izbacivanjem uzanog kolosijeka u Bosni. Uza sve njegove nedostatke morat ćemo ovaj sistem još za stanovito vrijeme zadržati i udopunjavati, dok predjeli, kroz koje prolazi, ne postignu veći ekonomski razvitak, koji bi tražio te velike izdatke. Ono što ćemo morati učiniti, bit će to, da se pretovar s jednog sistema na drugi što više pojednostavni, pretovarne stanice svedu na najmanji minimum, i da se uspostave direktni izlazi na more i na plovne rijeke.

Uza sve ogromne teškoće, na koje nailazimo pri utvrđivanju plana naše željezničke mreže, moramo prići njegovu temeljitom rješavanju, i to što prije, to bolje. Ne smije se nikako parcijalno rješavati ovo zamašno privredno pitanje, jer će se dogoditi, da mnogo toga što se napravi, ne će odgovarati općem planu i bit će teško ispravljati napravljene pogreške.

Moramo uočiti glavnu karakteristiku našeg željezničkog sistema, a ta je, da je naša normalna mreža periferna. Ona se na zapadu države prostire od Splita i od Pule na sjever, u sjevernim dijelovima države je relativno dobro razvijena i prilično gusta, a na istoku je opet rjeđa i proteže se sve do južnog dijela države. Između ovih južnih krakova na jugo-zapadu i na jugo-istoku nemamo normalne veze, a tako ni sredinom države. U sredini države je bar djelomično izgrađena uzana mreža, a to su naši najgorovitiji krajevi i najteži za građenje komunikacija. Ovo nas sili, da normalnu mrežu udopunimo jednom ili sa više pruga sredinom države sa izlazima na Jadransko more, kao i da te južne krakove povežemo među sobom i s prugama, koje prolaze sredinom države na more. U sredini države, bar zasada, moramo udopunjavati uzanu mrežu, ali tako, da se studije naprave za normalne pruge i u vezi s planom normalne željezničke mreže, pak da se, ukoliko je moguće, po tako položenoj trasi grade uzane. Jedino u teškom terenu položiti trasu za uzanu prugu, koja će se prilikom normaliziranja morati napustiti.

Koje bi pruge bilo uputno graditi, iznijet ćemo u drugoj knjizi.

ŽELJEZNICE U BIVŠOJ AUSTROUGARSKOJ MONARHIJI

Nakon odcijepljenja sjevernih i zapadnih dijelova naše države od bivše A. U. 1918. godine, osim glavnih arterija na Trst, Rijeku i prema Carigradu, naslijedili smo većinom razne nesuvisle dijelove raznih pruga rastrgane novim granicama, a koje su bile građene drugim ciljem, bez obzira na naše potrebe, pa možemo da kažemo i protiv naših interesa. One su bile nejednako raspoređene u raznim našim krajevima, a građene su u pravcu

bivših centara Beča i Pešte, kao prolazne preko naših krajeva, preko kojih su morale proći, a i da ih što bolje eksploatiraju.

Naše gorske kose protežu se od sjeverozapada prema jugoistoku, a tako teku i naše glavne rijeke. I željeznice su se morale graditi uglavnom tim pravcem, a najniže prevlake trebalo je iskoristiti za izlaze na more, ali tako se nije gradilo. Sve glavne pruge vodile su od juga prema sjeveru, prema njihovim centrima Beču i Pešti. Poprečne pruge bile su nižeg reda — vicinalke — ili ih uopće nije bilo. Mnogi kratki spojevi takvih pruga, a koji bi nas povezali s drugim našim krajevima i bili bi i nama od velike koristi, nisu se gradili. Iza 1918. god. svi smo se nadali, da će Jugoslavija ispraviti te namjerne propuste tuđinskih vladavina iz nacionalnih, ekonomskih i saobraćajnih razloga, ali na žalost nije bilo razumijevanja za to. Udovoljeno je samo djelomično i kao na silu. Trebalo je sagraditi kratke spojeve:

1. Murska Subota—Ljutomer—Ormož dužine 37,5 km. Ona je sagrađena i predata saobraćaju 22. XI. 1924. god. Njome se je povezalo Prekomurje s našom državnom željezničkom mrežom. Ono je dotada bilo povezano željeznicom samo sa Madžarskom.

2. St. Janž—Sevnica duga 13 km otvorena 1938. god., kojom je povezana pruga Karlovac—Novo Mesto—Grosuplje—Ljubljana preko Trebnja sa prugom Zidani Most—Zagreb.

3. Kočevje—Sušačka pruga 42 km i njezina veza sa Črnomljem oko 15 km, kojim bi se prugama uspostavila direktna veza Ljubljane i Maribora sa sušačkom prugom. Ove veze su imale osobitu važnost zbog izlaza Slovenije u našu luku na Sušaku, a da ona ne gravitira u tađa tuđe luke Rijeku i Trst. Mjesto toga započeta je 1938. god. pruga Črnomelj—Vrbovsko 42 km duga, ali zbog rata nije dovršena.

4. Rogatec—Krapina—Golubovec dužine oko 30 km. Od toga je dio Rogatec—Krapina za građenje dužine 14 km, a sa krakom Rogatec—Dobovec svega 21 km predat saobraćaju 17. II. 1930. god., dok veza Krapina —Golubovec nije još izgrađena. Mjesto ove veze bit će uputnije, da se uspostavi veza V. Ves—Radoboj—Golubovec, dužine 13 km, budući da direktna veza Krapine s Golubovcem prolazi nepovoljnim terenom. Stanica V. Ves će ujedno biti i stanica za Krapinske Toplice, od kojih je udaljena samo 6 km.

5. Varaždin—Koprivnica 42 km duga, otvorena je 5. XII. 1937. god. Njome je uspostavljena neprekinuta veza od Varaždina do Osijeka desnom obalom Drave.

6. Banova Jaruga—Garešnica oko 17 km duga, nije ni do danas sagrađena, a tako niti veza Bastaji ili Končanica s Grubišnim Poljem ili sa Vel. Zdencima, koja bi se dala uspostaviti sa 12 km, dotično sa 6 km sasvim lagane nove pruge, a potrebna je iz saobraćajno-privrednih razloga.

7. Nije postojala nikakva željeznička veza Dalmacije s Hrvatskom, a tako niti Dalmacije s njezinim prirodnim zaleđem Bosnom.

8. Maja 1945. god. sagrađena je i predata saobraćaju pruga Beograd—Pančevo dužine 22 km.

9. Najdrastičniji primjer madžarske željezničke politike bio je između Zemuna i Pančeva. Između dvije pruge u Vojvodini s obje strane Tise i Dunava nije bilo nikakve veze od Zemuna pak sve do Sente, te se je zimi, kad bi zamrznuo Dunav, moralo putovati iz Zemuna do Sente, pak lijevom obalom Tise do Pančeva i prevaliti 370 km željeznicom. God. 1935. sagrađena je i predata saobraćaju pruga Beograd—Pančevo dužine 22 km.

10. 1. XI. 1925. sagrađen je most i uspostavljena je veza između Titela i Orlovata, duga 27 km.

Ovi kratki spojevi bili su od velike važnosti za olakšanje saobraćaja i boljeg obrta kola. Njima bi se uvelike skraćivao put i štedjela vozna sredstva, jer bi im cirkulacija bila mnogo manja, a kako je poznato, mi smo oduvijek oskudijevali na voznim sredstvima.

POČETAK GRAĐENJA NAŠIH ŽELJEZNICA

Naše glavne željeznice bili su samo dijelovi raznih željeznica, koje su morale proći preko naših krajeva, jer bi zaobilaženje bilo preveć dugo i skupo ili nemoguće. To vidimo iz ovoga:

Austrijski zakonski čl. XXV. od 1836. god. određivao je 13 željezničkih pruga za Beč i Peštu i iz Beča i Pešte na razne strane, a među njima su bile i veze Beča i Pešte za »austrijske i ugarske luke« na Jadranu, za Trst i Rijeku, do Zemuna, Osijeka, prema Turskoj, do Siska i na more i t. d.

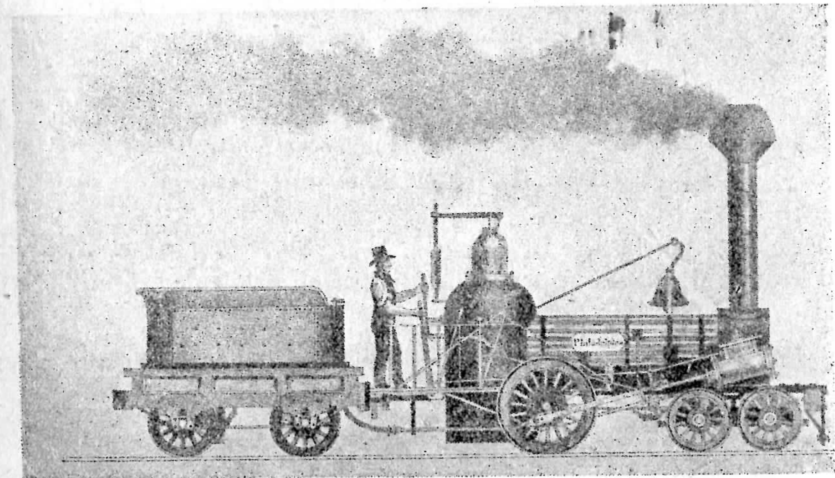
Među ove pruge spadaju neke važne pruge međunarodnog značenja, a prolaze kroz naše zemlje i to:

25. XI. 1837. donesen je zakon koji je određivao izgradnju pruge Beč—Trst, koja velikim svojim dijelom, od Štajerske do Trsta prolazi našim slovenskim krajevima.

Godine 1839. započeta je ta pruga od Beča preko Wienerneustadta (otvorena 20. VI. 1841. god.) i Neunkirchena (predata saobraćaju 1. XI. 1841. god.), a dovršena je do Glognitza 5. V. 1842. god. Ova je pruga sagrađena kao dvotračna, ali u početku je drugi kolosijek bio položen samo do Wienerneustadta, a otud samo jedan kolosijek, i to sa slabijim šinjama, koje su kasnije izmijenjene s jačima, a položen je bio i drugi kolosijek. Za ovu prugu bile su naručene mašine iz Engleske, njihova težina sa tenderom bila je od 10 t, a stigle su preko Njemačke brodovima i kopnom. Morale su se rastavljati, a razne dijelove je vuklo do 20 i više konja. Lokomotiva »Philadelfia« je stigla iz Amerike preko Trsta u augustu 1838. g. Na lokomotivi i na vagonima bila su zvona, kojima su se davali znakovi (vidi sl. 39.). Od 20. VI. 1841. do 30. VI. 1842. prevezeno je na ovoj pruzi 1,270.866 putnika, i od toga ubrano 624.457 forinti, koji iznos nije pokrio troškove pogona. Kasnije su se prihodi povećali, tako da je u 1842. god. prihod iznosio 9,596.158 forinti, kojim su se pokrili svi troškovi i isplaćeni su kamati na uloženu glavnicu od 4%.

Kroz to vrijeme proučavana je pruga prema jugu. Nastojalo se zaobići Semmering, ali bilo bi se moralo prijeći preko ugarskog teritorija. Ghega, jedan od prvih graditelja željeznica u Austriji, zalagao se je za trasu preko Semmeringa, ali je nailazio na velike protivštine stručnih krugova. God. 1848. je i samo inženjersko udruženje zabacilo Ghegin projekat i odlučilo se za kosine, po kojima bi se vagoni vukli konjima ili užetima. Onda se je smatralo, da lokomotiva ne će moći da vuče teret u usponu.

U vezi s prugom Beč—Glognitz bila je na južnoj strani Semmeringa, 21. X. 1844. godine dovršena pruga Mürzuschlag—Graz. Na ovom dijelu pruge vuču su vršile lokomotive sagrađene u Wienerneustadtu, koje su cestom dovučene do Mürzuschlaga, a prva je stigla 12. IV. 1844. god. Brdski



Sl. 39. Lokomotiva »Philadelfia«

dio pruge, t. j. obje rampe između Glognitza i Mürzuschlaga ostale su neizgrađene. Gradilo se dalje prema jugu. 2. VI. 1846. bila je dovršena pruga do Celja, a 16. VIII. 1849. do Ljubljane. Iza dovršenja ove pruge god. 1852. započeto je trasiranje pruge od Zidanog mosta prema Zagrebu i Sisku, a građenje je započelo 1855. god.

Međutim Ghega nije napuštao svoj projekat, da se gradi pruga preko Semmeringa. Pošao je u Ameriku da proučava prilike na pruzi Baltimore—Ohio, o kojoj željeznici je objelodanio jedno stručno djelo, u kome je znanstveno dokazao, da lokomotiva može da vuče i u usponu. Iako je Ghega uspio, da se sagradi pruga preko Semmeringa, nije još bio utvrđen način vuče na njoj. U Engleskoj, koja je do tada bila u Evropi najnaprednija zemlja u građenju željeznica, a i imala ih je mnogo više od drugih zemalja, nije ih bilo u većem usponu od 5‰, niti su se primjenjivali radiusi ispod 475 m. Ghega, najgenijalniji graditelj željeznica u tadanjoj Austriji, dokazao je, da usponi mogu da budu mnogo veći, i položio je rampe preko

Semmeringa sa 25% uspona. Prisiljen teškim planinskim teretom na tim rampama, a da se boljim prilagođivanjem terenu pojeftini građenje, primijenio je i manje polupreènike, išao je èak do 190 m. Tako je i od Zidanog Mosta do Ljubljane u uskoj dolini Save primijenio mnoge uzastopne krivine i protukrivine do $R = 246$ m, čime se je bolje prilagodio terenu i mnogo je smanjio troškove građenja.

Ipak je 1850. god. bio raspisan natječaj za brdsku lokomotivu, a dostalac je imao da dobije nagradu od 20.000 zlatnih dukata. God. 1853. lokomotiva »Levant« prošla je bez teškoća cijeli brdski dio pruge, a 12. IV. 1854. je uspostavljena veza Beča s Ljubljanom, što je bila zasluga i veliki uspjeh Ghege i njegovih saradnika.

Već god. 1839., kad se počela graditi pruga iz Beča prema jugu, započeto je proučavanje spoja Ljubljane s Trstom. Jedna je trasa išla preko Sv. Petra u Krasu, dok je druga vodila dolinom Idrije i Soče preko Kanala—Gorice i Tržića na Trst. Uza sve teškoće, na koje se nailazilo kod pruge Krasom preko Sv. Petra, a osobito zbog pomanjkanja vode, zbog bure i snježnih zapuha, Ghega se je odlučio za ovu, budući da je bila za 6 milja (oko 44 km) kraća i za 9,000.000 forinti jeftinija od one Idrijom i Sočom.

Pruga do Trsta bila je otvorena 27. VII. 1857. god. Time su naši slovenački krajevi dobili svoju prvu, i to dvotračnu željeznicu od Štajerske do Trsta, a ova je luka bila povezana sa sjeverom.

Do konca 1846. god. bilo je sagrađeno željeznica u Evropi:

		potrošeno for.	sa lokomotiva
u Engleskoj	3773 km	815,245.082	1428
u Njemačkoj	3245 km	211,856.062	480
u Francuskoj	1459 km	190,828.315	440
u biv. Austriji	1367 km	80,279.965	242
u Belgiji	609 km	66,684.665	200

Rampe s jačim usponima savladavane su užetima omotanim oko velikih kolotura, a tjeranim lokomobilima ili na bilo koji drugi način.

Tadanja Austrija je 50-tih godina prošlog stoljeća zapala u novčane teškoće, pak je prodala državne željeznice na 90 godina privatnom društvu uz pravo otkupa iza 1895. god. Društvo se zvalo »Konsorcij južne željeznice«. Prodaja je bila odobrena 19. X. 1854. god., a razne pruge predane su društvu u razdoblju od 1855.—1859. god. Da bi se pokrenula privatna inicijativa za izgradnju željeznica, proglašen je 1. I. 1855. god. u Austriji zakon o koncesioniranim željeznicama. God. 1858. uslijedila je fuzija »Konzorcija južne željeznice« sa »Lombardsko-venecijanskim« i sa »Orijentalnim društvom«. Novo društvo je preuzelo obavezu građenja raznih željezničkih pruga, među kojima i one od Franzesfeste u Tirolu kroz Pustertal uz rijeku Dravu preko Beljaka i Celovca na Maribor i od Pragerskog preko Čakovca—Kotoribe i Velike Kanjiže za Budimpeštu.

God. 1866. odobrena je izgradnja pruge Ljubljana—Jesenice—Rateče—Trbiž, te Beljak—Celovec i dalje preko Selztala na Linz. Dio ove pruge na našoj teritoriji, Ljubljana—Jesenice—Rateče—Planica predan je saobraćaju 1870. god.

Zapisnikom od 23. IX. 1858. god. utvrđeni su uvjeti i rokovi građenja raznih pruga, a među njima:

(Maribor) Pragersko—Kanjiža, otvorena 24. IV. 1860., duga 57 km.
Zidani Most—Sisak otvorena 1. VI. 1862., duga 128 km.
Maribor—Celovec—Beljak otvorena 1864.
i Zagreb—Karlovac otvorena 1. VI. 1865., duga 52 km.

Ovu posljednju su 1880. god. otkupile mađarske državne željeznice (M. A. V.), koje su sagradile prugu Karlovac—Rijeka i predale je saobraćaju 1873. god.

Društvu je bilo svega predano 3133 km željezničkih pruga, od kojih

u saobraćaju	1396 km
u građenju	1105 km
a u projektu	632 km
Ukupno	3133 km

Budući da su željeznice bile loše upravljane, stizale su neprestane tužbe, našto je god. 1862. Austrija naredila rascjep društva. Austrijske pruge je preuzelo društvo »Južnih željeznica«, od kojeg su nakon sloma Austrije države nasljednice god. 1924. otkupile svaka svoje pruge.

Mađarske pruge su prilikom rascjepa potpale pod Staatseisenbahn-Gesellschaft (Steg), od kojeg je kasnije Austrija prekupila austrijske pruge.

Time je ukratko prikazan tok građenja u našim krajevima u bivšoj austrijskoj poli monarhije do 60-tih godina prošlog stoljeća.

U bivšoj mađarskoj poli monarhije, bile su uključene:

Hrvatska, Slavonija, Vojvodina i željeznica preko Srbije do Turske granice.

God. 1845. osnovano je »Udruženo Vukovar-Riječko željezničko društvo«. Već prije odobrenja pravila društva upisano je na Rijeci 15 milijuna forinti, a u Pešti 7 milijuna forinti, ali ta namjera nije provedena zbog donošenja općeg programa za građenje željeznica u Mađarskoj od 1846. god., u kojem je bilo predviđeno uređenje plovnosti rijeka, razne željeznice, a i pruga Pešta—Rijeka, prema Košutovoj krilatici »Na more, Mađaru«. Pešta je imala da postane središte Mađarske i da se razvije na račun čitave zemlje.

Po zakonu o koncesijama od 1855. god. preuzela je, kako je već spomenuto, Staatseisenbahn-Gesellschaft (Steg) 1858. god. razne istočne pruge u mađarskom dijelu države, u duljini od 1100 km za 84 milijuna forinti ili 76 hiljada forinti/km i ovo društvo počelo je da gradi razne željeznice prema Srbiji i Turskoj, koje su prolazile preko naših sjeveroistočnih krajeva. O tim »Istočnim željeznicama« mnogo se je govorilo već od 50-tih

godina prošlog stoljeća. To su bile veze sa Solunom, Carigradom, Azijom, Indijom i Egiptom, za koje su zapadne vlasti imale velikog interesa, a u prvom redu Austrija i Njemačka sa svojom politikom »Drang nach Osten«. Zapadni je kapital htio da dobro uloži svoj novac, da omogući eksploatiranje Balkana a preko njega i Istoka.

Austrijski industrijalac baron Hirsch radio je kao opunomoćenik Turske, a društvo Steg imalo je nakanu da gradi pruge preko Madžarske, Vojvodine, Slavonije, Srijema i Srbije do Turske granice. Baron Hirsch se je zalagao za prugu Bos. Novi—Banja Luka—Sarajevo—Novi Pazar—Mitrovica, kao produženje austrijskih pruga za vezu s Turskom, ali nije došlo do sporazuma.

Madžari su vodili vanjsku politiku tadanje monarhije i nastojali su, da se gradi pruga, koja bi prolazila preko Madžarske. Ta je pruga išla od Pešte preko Subotice i Zemuna na Beograd i dalje Srbijom do Turske granice kod Niša. Ova je trasa pobijedila i god. 1874. Turska je dala za nju svoj pristanak, o čemu je izvijestila Velike Sile. Da se ovo pitanje okonča povoljno za Srbiju, odveden je 1876. mladi knez Milan u Carigrad Visokoj Porti. Ali Srbija nije uspjela, budući da je Porta kao šestu točku zapisnika unijela, da željeznicu, koja bi povezivala Beograd s Turskom i sa Carigradom načini i njome upravlja Porta, a na to Srbija nije mogla da pristane. Mora se priznati da je ova pruga bila mnogo povoljnija u saobraćajnom pogledu, kraća i jeftinija za građenje od one baruna Hirscha. Ona je vodila madžarskom ravnicom i Srbijom povoljnim terenom, dok je ona preko Bosne, Sandžaka i Mitrovice vodila vrlo teškim terenom za građenje, a i za eksploataciju je bila mnogo teža, budući da se uz jake uspone penjala na velike visine pak se opet spuštala u nizinu.

Na teritoriju Madžarske razni dijelovi pruge predani su saobraćaju:

Budimpešta—Subotica 5. XII. 1882. god., duga 167 km,
Subotica—Novi Sad 5. III. 1883. god., duga 101 km,
Novi Sad—Zemun 10. XII. 1883. god., duga 74 km,
Inđija—Mitrovica 10. XII. 1883. god., 41 km,
Zemun—Savski Most 15. IX. 1884. god., duga 4 km.

Iako su spomenute željeznice vodile našim krajevima, nismo mi imali ni udjela, ni riječi prilikom njihova građenja. Gradili su ih naši tadanji vlastodršci onako, kako je njima najbolje odgovaralo.

ŽELJEZNICE U SRBIJI

U knjizi »Istorija građenja železnica« od ing. Petra Milenkovića, Beograd 1936. god., opisan je nadasve poučno, vjerno i zanimljivo historijat građenja srpskih željeznica. O toj knjizi je pisac ove knjige objelodanio kratak izvadak u Tehničkom listu br. 13./14. i 15./16. od god. 1936., koji se zbog važnosti sadržaja ovdje dijelom prenosi.

Kao motto ovoj knjizi postavio je ing. Milenković rečenicu: »Historia est magistra vitae«. Čitajući je moramo doći do zaključka, da je ta izreka istinita, ali da je naša priroda na žalost takva, da brzo zaboravljamo ono, što smo proživjeli i iskusili, pa često ponovno padamo u stare griješke. Da bismo iz toga izvukli pouku i da se to ne bi opetovalo, iznijet ćemo ovdje razne prilike i neprilike, pod kojima su se sagradile naše željeznice. U prvoj knjizi Milenković vjerno prikazuje razvitak željeznica u Srbiji od god. 1850. do 1915., a u drugoj onih građenih u Jugoslaviji, kod studiranja, trasiranja i građenja kojih je ing. Milenković aktivno surađivao od god. 1903., pa sve do svog penzioniranja za punih 30 godina. On prikazuje rad inženjera pri građenju željeznica. Donosi tekst raznih rasprava, konvencija, zakona i naredaba, na osnovu kojih su građene razne željezničke pruge. Knjiga I. prikazuje radove od početka prvih studija za postavljanje srpskih željeznica, započetih još god. 1851. Jedno englesko društvo dobilo je u to doba od turske vlade koncesiju za građenje željeznica i poslalo svoje inženjere da trasiraju prugu Beograd—Carigrad, a o tome nije bila obaviještena vlada Srbije, pa ih je protjerala sa srpskog teritorija. Srbija je nastojala, da ona sama odlučuje i daje koncesije za željeznice na svojem teritoriju. Porta je pak htjela da to pravo zadrži za sebe, te je Srbija zatražila intervenciju Velikih Sila. Tome natezanju učinio je kraj Berlinski kongres od 1878. god.

Stizale su razne ponude za građenje željeznica, koje nisu bile povoljne, već ucjenjivačke, a da bi bile usvojene. Prijetilo se, da će se Srbiju zaobići i sagraditi prugu na Vidin ili onu preko Bosne, koje su pruge bile mnogo nepovoljnije, duže i skuplje od ove preko Srbije. Ona preko Bosne, imala je dužinu od 1464 km i svladavala je velike visine, preko Rumunije i Bugarske 1600 km, dok preko Srbije samo 1304 km, uz mnogo povoljniji teren.

I Njemačka sa Bismarkom na čelu tražila je, da se ova željeznica preko Srbije gradi, jer osim što je ona bila skoro u ravnici, odstojanje između Hamburga i Brindisi-a iznosilo je 2630 km, a od Brindisi-a do Aleksandrije drugih 839 km, dok je od Hamburga do Soluna bila udaljenost od 2393 km, a od Soluna do Aleksandrije 670 km, dakle preko 400 km manje u korist pruge preko Srbije, ne računajući mnogo povoljniju i ravniju trasu, bez prijelaza visokih vododijelnica.

Otomanska carevina zaključila je na zagovor Austrije god. 1869. sa baronom Hirschom ugovor za građenje pruge Carigrad—Jedrene—Plovdiv—Sofija—Niš—Priština—Mitrovica—Sarajevo—Banja Luka—Bos. Novi i ogranaka Jedrene—Dedeagač, Priština—Solun i Plovdiv—Burgas. Turska je društvu garantirala dobit od 14.000 franaka po km za sagrađene pruge i suviše 8.000 franaka po km za eksploataciju na njima. Ovom prugom Austrija je željela da zaobiđe Srbiju, pak su se srbijanske vlade trudile da to osujete građenjem srpske željeznice. God. 1874. Porta je napokon pri-

volila da dade Srbiji vezu kod Niša, o čemu je izvijestila Velike Sile, ali ni to obećanje nije održala.

Odlučno je kod ovoga bilo, što su se Madžari, koji su vodili vanjsku politiku A. U., založili za prugu, koja vodi preko Madžarske, a ta je morala ići preko Beograda i Srbije. Osim toga, kako je već spomenuto, ova je željeznica bila mnogo kraća, povoljnija i jeftinija od one na Banja Luku—Sarajevo i Mitrovicu.

Prvi pokušaj privatne inicijative za građenje jedne željeznice u Srbiji bio je, kad su građani Požarevca zatražili koncesiju za prugu Požarevac—Dubravica i dobili je 21. X. 1871. god. Ali nakon što su se uvjerili, da će građenje stajati više nego što su oni računali, napustili su tu namisao. Da bi se definitivno utvrdila trasa Beograd—Aleksinac, pozvala je vlada 1871. god. austrijske inženjere, da pregledaju i eventualno udopune po Ing. Kussu god. 1865. utvrđenu trasu. Trasa, koju su izabrali vladini inženjeri 1873. god., išla je otprilike istim pravcem kao Kuss-ova napravljena 1865. godine.

Konkurs za građenje Srpske željeznice objavljen je u Srpskim Novinama 20. VI. 1873. god. On je ostao bez rezultata, pak je 10. IX. 1873. god. raspisan novi konkurs sa rokom do 25. X. 1873. god. Ni ovaj konkurs nije uspio pod postavljenim uslovima, a osim toga Porta nije davala privole za priključak. Za vrijeme prvog primirja između Srbije i Turske 1876. god., Porta je bila unijela u ugovor gore spomenutu točku, da će ona sama željeznicu graditi i njome upravljati, na što Srbija nije pristala. Građenje željeznica kroz Srbiju ozakonjeno je prvi put u Narodnoj skupštini 12. III. 1875. god. Na osnovu toga je vlada pozvala francuskog inženjera Pousena da izradi definitivni projekat, koji se uglavnom slagao sa Kuss-ovim.

Ovo pitanje, a tako i nećkanje Turske, prekinuto je zaključkom Berlinskog kongresa od 1878. god., kojim je i Srbiji i Turskoj naređeno, da moraju graditi željeznicu, svaka preko svoga teritorija. Na Berlinskom kongresu Austrija se je živo zalagala, da Srbija dobije nove krajeve. Ona je dobila 4 južna okruga, ali se morala obvezati, da će sagraditi željeznicu do turske i bugarske granice. Austrija je to učinila sa namjerom, da Srbiju što više uza se priveže, da je politički i ekonomski podčini i iskoristi, a preko Srbije i Balkan.

Iz srpsko-turskog rata 1876. god. do 1878. god. izašla je Srbija proširena, pa je morala trasirati još i prugu od Aleksinca preko Niša i Vranja do Ristovca. Na čelo ove sekcije postavljen je inženjer Augustin Hrvat iz Zagreba, koji je svršio povjereni mu zadatak ljeti 1879. god. Našao je, da se pruga može graditi po Pousenovu projektu, samo što je smanjio troškove za 10%, te je pruga u starim granicama imala da stoji 33,000.000, a u novim 25,360.000 Din ili ukupno 58,360.000 Din, dok bi po Pousenovu projektu stajala 64,090.000 Din ili 176.599 Din po km. Augustinova trasa je izbjegavala Aleksinac zbog klizavog terena i išla je pored Đunisa na Supovac.

Izaslanik Srbije na Berlinskom kongresu Jovan Ristić zaključio je, odmah još u Berlinu 8. VII. 1878. god., konvenciju s austro-ugarskim opunomoćenikom grofom Andrašijem, prema kojoj je Niš imao biti čvorište za carigradsku i solunsku prugu. Za ovom je slijedila Bečka konvencija od 28. III. 1880. god., koja je obvezala Srbiju, da odmah počne gradnjom željeznice i da je svrši za 3 godine, do 15. VI. 1883. god. i da se poveže sa austrijskom željeznicom kod Zemuna. Ova je konvencija, unatoč jakoj opoziciji primljena u skupštini sa 122 glasa protiv 40 glasova. Natječaj za građenje raspisan je do 20. V. 1880. god. Dvije stigle ponude nisu bile prihvaćene.

Nova konzervativna vlada sa Piročancem na čelu nije raspisala natječaj, već se raspitivala za strane kapitaliste i dobila je nekoliko ponuda, a izabrala je onu Generalne Unije, sa kojom je zaključila 3 ugovora:

1. O zajmu za građenje željeznica,
2. o građenju željeznice i
3. o eksploataciji željeznice.

Ovaj je ugovor načinio još veću buru u skupštini, pa je izabran odbor od 15 stručnih lica, da ga ispitaju. Iza dvadesetdnevnog rada podnijeti su izvještaji većine i manjine. Ugovor nije bio povoljan. Srbija je primila na sebe dug od 100,000.000 Din po kursu od 71.4% i 5% interesa uz garanciju raznih prihoda kao i onih od željeznice same, a za taj iznos društvo je imalo da sagradi željeznicu. Pruga je sagrađena za 198.000 Din po km.

Opozicija je dobro naslućivala, kakovo je to francusko društvo Generalne Unije, koje je osnovano 3. VII. 1878. god. sa četvrtinom uplaćenog kapitala od 25,000.000 fr., iako je dobiven povoljan izvještaj od konzula iz Pariza, da je Generalna Unija solidno francusko preduzeće. (Ni od ovoga nismo bili ništa naučili!)

Zaključenom konvencijom sa Generalnom Unijom za građenje i eksploataciju željeznice u Srbiji država garantuje 6,000.000 Din interesa i otplate za 50 god., 5% interesa na svotu za vozni park i 2% za habanje, 7.800 Din prihoda na 1 km ili 2,831.000 Din za cijelu liniju.

Žučna diskusija završena je u skupštini 1881. god., a Bontu-ov ugovor primljen je sa 97 protiv 57 glasova.

10. V. 1881. god. obrazovana je Direkcija za građenje, nadzor i za eksploataciju željeznica.

Generalna Unija je emitirala polovinu željezničkog zajma u iznosu od 35,000.000 Din. Ostalo je samo 5,000.000 Din neprodatih obveznica. Radilo se na svu paru. Vlada je bila zadovoljna, a opozicija je mislila, da se je prevarila i pretjerivala. Međutim počele su se obveznice u velikim količinama bacati na tržište, a Generalna Unija ih je kupovala i potrošila je sav novac, koji je imala raspoloživ za građenje tako, da nije mogla da nastavi sa građenjem. Zbog toga je krajem 1881. god. Generalna Unija pala pod stečaj, o čemu je 19. I. 1882. god. stigao prvi glas u Beograd. Ministar financija Čeda Mijatović krenuo je u Pariz sa zadatkom da za-

štiti interese Srbije, što mu je i uspjelo, zahvaljujući zauzimanju Francuske i Austro-Ugarske vlade, te je zaključio novi ugovor sa firmom Narodni kontoar za eskont, koja će preuzeti emisiju preostalih obveznica i nastaviti građenje. Sa tim istim društvom je god. 1884. zaključen drugi ugovor za građenje i eksploataciju pruge Niš—Pirot, uz cijenu od 223.000 Din po km zbog težeg terena nego na glavnoj pruzi. U tu je svrhu vlada izdala novu seriju obveznica u nominalnom iznosu od 30,000.000 Din, po istom ranijem nepovoljnom kursu od 71,4%.

Pruga Beograd — Niš dužine 243,5 km bila je predata javnom saobraćaju 3. IX. 1884. god. Svečani voz na pruzi Beograd — Zemun prošao je 20. VIII. 1884. god., dok je svečano otvorenje pruge do Niša izvršeno 23. VIII. iste godine uz veliko slavlje i prisustvo mnogobrojnog građanstva.

Građenje pruge Niš—Pirot je započelo 25. VII. 1885. godine, a one Kragujevac—Lapovo 4. VIII. 1884.

Ing. Milenković prikazuje dalje sve napore učinjene zbog veze sa turskim željeznicama, kao i one oko građenja ostalih željezničkih pruga u Srbiji, koji su bili ogromni. 1. IX. 1886. god. otvoren je saobraćaj na pruzi Niš — Vranje, dužine 112 km, a 10. XI. 1886. god. na pruzi Smederevo — Vel. Plana, dužine 45 km. 1. I. 1887. god. otvoren je saobraćaj na pruzi Lapovo—Kragujevac, dužine 30 km, za putnički, a 3 III. i za robni saobraćaj. 1. VI. 1887. god. predata je saobraćaju pruga Niš—Bela Palanka, dužine 45 km, a u istoj godini je dovršena i pruga Niš — Caribrod dužine 93,4 km.

Ujedno sa građenjem, a na osnovu »Opšte konvencije«, društvo je prešlo na organizaciju direkcije za eksploataciju i na izobrazbu potrebnog osoblja. Već u jesen 1878. god. poslani su u Pariz, u Belgiju i u Austro-ugarsku mnogi inženjeri i činovnici zbog izučavanja saobraćajne, mašinske, komercijalne i službe održavanja, koji su tamo i ispite položili. U Beogradu je bila otvorena željezničko-trgovačka škola, koja je u početku imala slab uspjeh, dok je kasnije uspjeh bio dobar. Kod otvorenja pruge bili su svi činovnici na svojim mjestima i preuzeli su službu.

Uskoro je uređen i utvrđen naročitim konvencijama saobraćaj sa otomanskim i bugarskim željeznicama, a 6. V. 1888. god. otvoren je cjelokupan saobraćaj sa Turskom u Ristovcu, a 1. VIII. 1888. god. i sa Bugarskom u Caribrodu.

Srpska vlada je saglasno s ugovorom u početku predala eksploataciju pruge Generalnoj Uniji, iz razloga što svoga osoblja za eksploataciju željeznica nije imala. Već 1889. god. sve saobraćajno osoblje na Srpskim željeznicama bili su Srbi, a većinom i tehničko osoblje, pak je vlada mogla da preuzme eksploataciju u svoje ruke.

Francusko društvo nije u redu vodilo saobraćaj, stizale su mnoge tužbe, a sumnjalo se i u ispravnost računa. Zbog toga su vršena razna ispitivanja, istovremeno od 15 mješovitih komisija, te su utvrđene mnoge nepravilnosti, čak i protuzakonitosti i utaje novca. Bilo je nepravilnosti u izvršenju saobraćajne i financijske službe. Sve je to učinilo, da se nakon 5 godina strane eksploatacije ova uzme u vlastite ruke, što je 21. V. 1889. i izvršeno. Veliko je bilo iznenađenje i jak protest od strane društva. Samih nekoliko dana iza preuzimanja eksploatacije u državne ruke išlo je sve svojim redovitim tokom, budući da se nije diralo u postojeću organizaciju, svaki je ostao na svome mjestu, osim nekoliko glavnih rukovodilaca, koji su bili maknuti, jer su imali interesa, da ostane sve po starome, i bili bi kočili posao, da dokažu, kako bez njih ne može da ide.

Unatoč spremi i požrtvovnosti činovništva ipak se je uvidjelo, da Ministarstvo građevina nije u stanju da uspješno vodi eksploataciju, te je 31. III. 1892. god. osnovana »Direkcija državnih željeznica«, koja je samostalno i sa uspjehom vodila poslove sve do 1918. god.

Nešto iza toga obrazovana je i Direkcija za građenje novih željeznica, pod čijom upravom je bilo projektiranje i građenje željezničkih pruga: Zabrežje—Valjevo 67.5 km dužine, Stalać—Kruševac 14.5 km dužine, Paraćin—Zaječar—Vražogrnac—Prahovo 112.3 km dužine i Aranđelovac—Lajkovac 42.4 km dužine.

Utjecaj željeznica na Srbiju bio je u svakom pogledu od velike koristi, i u privrednom i u kulturnom pogledu. Od god. 1886. do 1905. god. vladala je relativna stanka s obzirom na građenje željeznica.

U eksploataciji francuskog društva bilo je 532.3 km stvarne dužine željeznica, a koje su prešle u eksploataciju države i to:

Beograd — Savski most	2.1	km
Beograd — Niš	243.5	„
Niš — bugarska granica	93.4	„
Niš — Ristovac — turska granica	122.2	„
Vel. Plana — Smederevo	41.9	„
Lapovo — Kragujevac	29.2	„

Država je preuzela od društva voznih sredstava:

Lokomotiva velikih i malih	kom.	27	
putničkih kola	„	127	
zatvorenih kola za robu	„	293	702 vagona
zatvorenih kola za svinje	„	88	
otvorenih kola raznih serija	„	321	

Tadanja vlada oduzela je eksploataciju srpskih državnih željeznica od društva, osim radi učestalih udesa na pruzi također iz razloga, što je društvu isplaćivano na ime deficita u eksploataciji 1,500.000 Din godišnje. Čim je eksploatacija prešla u državne ruke, već prve godine ne samo što nije bilo deficita, već je država dobila od željeznica čisti prihod od 1,500.000 Din.

Posredovanjem francuske vlade načinjen je sporazumno ugovor o otkupu eksploatacije srpskih državnih željeznica 11. IX. 1889. god. Po ovom ugovoru država se obvezala da plati društvu 9,250.000 Din u ratama sa 5%

kamata do 31. V. 1903. god., a društvo je priznalo vladu kao vlasnika svega materijala i voznog parka zatečenog pri preuzimanju željeznica.

Srbija je do ovog vremena prošla jedan nadasve teški period, jer za izvršenje ovih zamašnih i zapletenih poslova, koliko tehničke, toliko i financijske i diplomatske prirode, nije imala dovoljno spremnih ljudi. Uza sve to Srbija je kroz sve te teške situacije dobro prošla, a to mora da zahvali patriotizmu i požrtvovnosti svih tadanjih mladih srpskih inženjera i činovnika, koji su s uspjehom svladali ta teška i važna pitanja.

U drugoj epohi ing. Milenković opisuje građenje srpskih željeznica od 1890.—1915. god., koje se po građenju i intenzivnosti može podijeliti u dva dijela, i to od 1890. do 1903. god. i od 1903. do 1915. god.

Prvo vrijeme iza 1890. god. bilo je dosta neaktivno u građenju željeznica. Velike Sile bile su zadovoljene glavnom prugom i nisu tražile od Srbije, da gradi željezničke pruge, koje bi bile u interesu same Srbije.

Ali Srbija je trošila mnogo novaca za ugalj, koji je trebala za pogon na svojim željeznicama, a koji je kupovala u Austro-Ugarskoj, pak se počelo tražiti ugalj po Srbiji.

God. 1887. data je koncesija Belgijskom anonimnom društvu za građenje industrijske željeznice Vrška Čuka — Radujevac pored Timoka, dužine 82 km, a 1888. god. predata je pruga saobraćaju. Ona je prenosila kameni ugljen iz Timočkog bazena i bakar iz Borskog rudnika, a služila je i javnom prometu.

God. 1890. sagrađena je željeznica Ćuprija—Senjski rudnik, dužine 31,2 km, za prijenos uglja. Ona je predata saobraćaju 1892. god., a još 9 km do Ravne Reke 1. I. 1908. god. Za cijelu prugu dužine 40.1 km utrošeno je 2,200.860 Din. Izgradnjom Senjske pruge Srbija je postala nezavisna u nabavci uglja za eksploataciju željeznica.

JADRANSKA ŽELJEZNICA

God. 1890. započete su studije i trasiranja za željeznice u istočnoj Srbiji od Kladova preko Zaječara — Knjaževca — Niša — Prokuplja i Kuršumlije do turske granice kod Merdara. U produženju imala je da vodi preko turske teritorije na Prištinu — Kosovo — Prizren i Skadar do Jadranskog mora. Ova »Transbalkanska željeznica« vodila je okomito na već sagrađenu prugu od Beograda do bugarske i turske granice, a imala je da omogući Srbiji druge nove izlaze za njezine produkte i napravi je neovisnom od Austro-Ugarske, koja je tu ovisnost Srbije grubo iskorišćivala. Projekat se radio žurno po srpskim inženjerima, a na koncu je preduzeće »Ejfel« iz Pariza poslalo i svoje inženjere, koji su u tim radovima pomagali. Radovi su završeni god. 1891., ali premda su se Srbi zanosili mišlju, da će im zapadne vlasti pomoći sagraditi tu prugu, da ih emancipiraju od Austrije, zajam te godine nije uspio.

Potom se pomišljalo na gradnju drumske željeznice Dubravica — Požarevac — Osipaonica i Požarevac — Svilajnac — Markovac. Data je koncesija, i izrađeni su planovi, ali se nije našao povoljan koncesionar, koji bi dao potrebna novčana sredstva.

Studije za trasu Timočke željeznice dovršene su koncem 1898. god., izrađeni su planovi, predmjer i predračun.

Traženo je, da se grade i pruge:

1. Beograd — Valjevo — bosanska granica sa vezom na Beograd i sa Jadranskim morem.
2. Paraćin — Boljevac — Zaječar, za vezu donjeg Dunava sa dolinom Morave i
3. Kragujevac — Čačak — Užice.

Sve ove željeznice ušle su u projekat o Timočkoj željeznici od 3. II. 1896. god. U vezi sa ovom željeznicom i da se njezina komercijalna vrijednost digne, zaključena je 6. I. 1898. god. konvencija između Srbije i Rumunije, kojom se osigurava veza sa rumunjskim željeznicama, pomoću građenja jednog zajedničkog mosta između Kladova i Turn Severina. Onda se mislilo samo na vezu Rumunije i Rusije sa Jadranskim i sa Egejskim morem, a nije se mislilo na prugu 45-tog uporednika. Budući da je ova pruga i danas vrlo aktuelna, bit će o njoj kasnije govora.

NOVI PLAN ŽELJEZNIČKE MREŽE

1897. god. izrađen je novi privredni program. Među ostalim povučena je paralela koliko je eksploatacija željeznica stajala Francuze i dokazano je, da ih je stajala 50% od bruto prihoda, dok su srpske željeznice pod vlastitom birokratskom upravom bile u deficitu, koji je do konverzije državnih dugova iznosio 7—8,000.000 Din. Preporučeno je građenje dobro smišljene mreže novih željenica, od kojih su najvažnije: 1. Kladovo — Negotin — Zaječar — Knjaževac — Niš — Prokupje — Kuršumlija, jer prolazi kroz predjele bogate raznim rudama; 2. Mladenovac — Misača — Aranđelovac, koja bi se s jedne strane produžila preko Lazarevca do Valjeva, a s druge strane preko Ostrovice — Gornjeg Milanovca — Čačka i Kraljeva na Rašku, da se dobije veza preko Mitrovice na Jadransko more i 3. Leskovac — Prokupje — Kruševac — Gor. Milanovac — Lalinačka Reka — Ljig — Lazarevac — Ub — Šabac, dužine 349 km. Osim toga predviđeno je još 13 sporednih pruga, koje bi trebalo graditi. Od izvođenja ovog programa očekivane su velike koristi. Ukupna dužina ovih pruga iznosila je 1.100 km.

Program građenja je više puta nadopunjavan i mijenjan, pak je i željeznička mreža izmijenila svoj prvobitni oblik. Tim izmjenama je obrazovan »Fond novih željeznica«. Ovo je i kasnije nadopunjavano, a važilo je do svjetskog rata 1914. god.

Treba ovdje spomenuti da je 27. I. 1908. grof Aehrenthal u ugarskoj delegaciji kao ustuk Jadranskoj pod 1. i 2., tražio da se sagradi željeznica kroz Sandžak i da je 4. II. 1908. dobio od Sultana pristanak zato.

Od važnosti je napomenuti, što je pri ovom predlagano: 1. da željeznice gradi država u režiji, 2. da se grade u početku samo one pruge, koje će se sigurno rentirati, u lakom terenu i koje će imati veći promet, 3. da se sav gvoždarski materijal, kao što su šinje, vozni park, gvozdeni materijal za mostove i propuste i t. d. kupi iz fabrika na otplatu na više godina, 4. novac za građenje donjeg stroja, pragove, pošljunčivanje i t. d., da se izvrši zajmom kod uprave fondova, a da ova do potrebe zaključi zajam u tu svrhu.

Ukinuta klauzula, da se daje garancija za interes na uloženi kapital, utjecala je tako, da vlada nije mogla da dobije zajam. Jedina ponuda Karlton-Markusa nije se ostvarila.

Stvarni pokret za građenje željeznica počeo je god. 1901., kad je izglasan 7%-tni prirez za građenje željeznica. Tada je započeto i građenje pruge Mladenovac — Aranđelovac, a trasirali su je domaći inženjeri, koji su neodstupno tražili, da se pruge grade s našim ljudima i našim kapitalom. Ovo je bila prva pruga uskog kolosijeka (0,76 m) za putnički saobraćaj, koja se gradila po tipovima bosanskih uzanih željeznica i od domaćeg poduzeća.

Da se na lak način dođe do pragova za željeznice, sagrađena je pruga Čičevac — Sv. Petar, dužine 17,5 km. Ovu prugu je gradila vojska pod nadzorom inženjera iz Direkcije željeznica. Produžena je još za 4 km od Sv. Petra do Bele Reke, a predata je saobraćaju septembra 1907. god.

God. 1901. i 1902. počelo je intenzivno trasiranje željezničkih pruga. Bila se pronijela vijest, da Turska namjerava da gradi prugu, koja bi išla na Jadransko more, a odvajala bi se iz stanice Priština. U Srbiji se i ranije mnogo mislilo i raspravljalo o »Transbalkanskoj željeznici« Kladovo—Niš—Kuršumlija—Priština—Skadar—Jadransko more. Zato je naređeno Direkciji da najhitnije izradi trasu za prugu Niš—Prokupje—Kuršumlija—Turska granica u pravcu Prištine. Trasiranje je predato početkom marta 1901. g. željezničkom stručnjaku J. Venosti uz cijenu od 350 Din/km, zbog toga, što su svi inženjeri iz direkcije bili uposleni kod trasiranja sporednih uzanih pruga. Na taj je način bio gotov sav elaborat sa predračunom za cijelu prugu Kladovo — Niš — Kuršumlija — Turska granica, ali do građenja ipak nije došlo.

Ovaj period od 12 godina bio je period zastoja u građenju željeznica, ali nije protekao sasvim beskorisno, jer se mnogo uradilo na studijama i pripremnim radovima, a kroz to je sakupljen i spremljen dobar kadar domaćih inženjera, koji su i trasiranje i građenje željeznica uzeli u svoje ruke, tako da strani inženjeri nisu bili više potrebni. Direkcija je postavljala samo inženjere, koji su diplomirali na strani, no i beogradski tehnički fakultet se je sve više usavršivao i davao spremne inženjere. God. 1900. ušlo je u Odeljenje za građenje 7 inženjera sa beogradskog tehničkog fakulteta, koji su svi odmah uposleni na trasiranju i na građenju sa vidnim uspjehom.

Srbija u to vrijeme nije imala kredita u inozemstvu, a narodna energija trošila se u jalovim stranačkim borbama. God. 1903. prestale su te jalove borbe, ustalile su se političke prilike, pa je obraćena pažnja na izgrađivanje željeznica.

U maju 1903. god. postavljeno je bilo mnogo mladih inženjera sa beogradske tehnike, koji su prošli sve radove na trasiranju, obilježavanju i građenju željezničkih pruga. U proljeće 1904. god. počelo je obilježavanje pruge Paraćin — Zaječar — Stalać — Užice — Vardište, Valjevo — Obrenovac i Aranđelovac — Lajkovac. Vršene su i studije za pristanište na donjem Dunavu kod Prahova, a 1905. otpočela su mjerenja poprečnih profila i sondaže na obali Dunava.

Jedna od najtežih trasa bila je varijanta preko Čestobrodice na pruzi Paraćin — Zaječar. Prijelaz vododijelnice između Morave i Timoka bio je vrlo težak. Dok je sa zaječarske strane odmah iza vododijelnice trasa u samom dnu korita rijeke, sa strane paraćinske, ona je za 200 m iznad korita pritoka Morave, i trasa se morala razvijati sumnjivim i klizavim stranama potoka, dok ne siđe u dolinu Grze, za što je sa 28‰ u pravoj trebalo 10 km pruge. Izrađeno je mnogo trasa, kojima se nastojalo izbjeći dugi vododijelni tunel.

Kada je počelo građenje u maju 1908. god., pokazalo se, da se dio trase od Grze do Stolice mora prije da drenira, pa tek onda da se uzme u rad. Ali drenovima do 15 m dubokim nije se stiglo do zdravice. Uvidilo se, da bi drenaža stajala mnogo novaca, a da bi ona mogla zatajiti, pa se je taj rad obustavio u saglasnosti sa građevnom upravom.

Šef sekcije za građenje ovog dijela pruge Donja Mutnica — Krivi Vir, snimio je teren i kad se je uvjerio, da pad rijeke ne prelazi 28‰, povukao je novu trasu u dolini i vodio je u nasipu u samom koritu rijeke. Ispod Obradovih Stolica projektirao je bazni tunel dug 1927 m. Sa strane Obradovih Stolica išao je stranama u krečnjačkim stijenama i potpuno je izbjegao crveni pješčar i sva klizava mjesta.

Zbog odluke, koju će se od tih trasa izabrati, pozvani su strani eksperti, koji su aprila 1908. god. pregledali sve trase u Čestobrodici i dvije preko Obradovih Stolica i našli su, da je najpovoljnija trasa ona, koju je povukao šef sekcije za građenje, pa je ona odmah izdata u građenje.

Na završetku, eksperti su smatrali za dužnost, da odadu svoje priznanje srpskim inženjerima. Ovo treba naročito naglasiti, jer je tada u Srbiji bila velika vika na srpske inženjere, kod javnog mnijenja, kao i kod nekih narodnih poslanika, koji su onda kao i kasnije, svoj nerad i nesposobnost nastojali da prebace na druge. I vlada je bila podlegla toj sugestiji, pa je 1907. god. raspisala natječaj, na koji se prijavilo 30—40 stranih inženjera, koji su malne svi angažirani sa velikim plaćama i dodacima.

Srpski inženjeri, revoltirani ovim postupkom vlade i narodnih poslanika, a napose kad su vidjeli, da su ti strani inženjeri u većini veoma slabi po svojoj spremi i da su to inženjeri, koji baš zbog toga u svojoj zemlji nisu mogli naći zaposlenja, ustupili su po naređenju Direkcije vođenje poslova na građenju željeznica stranim inženjerima, jer su ovi po platama bili stariji od domaćih.

Posao kako na građenju tako i na trasiranju i obilježavanju, koji je do 1908. god. bio veoma intenzivan, počeo je veoma hramati, jer strani inženjeri nisu bili dorasli, da nastave rad domaćih. Neki su sami pošli, drugi su pristali da budu dodijeljeni u partije našima, a ostalima je otkazana služba u februaru 1909. god. (Jedan od ovih inženjera, bio je neko vrijeme dodijeljen i piscu ove knjige, pa ako su i drugi bili njegovih sposobnosti i spreme, onda nije čudo, da je ta akcija sa stranim inženjerima propala).

Rezultat je bio, da je država izgubila nekoliko stotina hiljada dinara na pokusu sa stranim inženjerima, ali je zato dobila iskustvo, da ne podcjenjuje svoje inženjere, već da ih čuva i što više usavršava.

God. 1905. usvojena je odredba za građenje i eksploataciju željeznice Veliko Gradište — Majdanpek, a god. 1906. za željeznice u okrugu Podrinskom i Požarevačkom.

ZAKON O ZAJMU ZA GRAĐENJE ŽELJEZNICA I ZA PREORUŽANJE VOJSKE

Od god. 1890. do 1903. Srbija je provela u teškoj i mučnoj borbi za dobijanje osnovnih političkih sloboda i nije mogla da se posveti korisnom na podizanju blagostanja i ekonomske snage naroda. Austrija je to iskoristila i privezala uza se Srbiju ekonomski i politički. U teškoj ekonomskoj situaciji prije 29. V. 1903., pojavila se misao, da se grade željeznice sa domaćim kapitalom i vlastitom radnom snagom, vojskom i kulukom, jer je državni kredit na strani a i u zemlji bio potpuno spao. I suviše je velik razmak protekao između građenja glavnih i sporednih pruga.

Uvođenjem 40%-tnog prireza za god. 1904. zbrisan je deficit, i isplaćeni su svi anuiteti za 1904. god.

Vlada je 1906. god. zaključila 4½%-tni zajam na pedeset godina od nominalnih 95,000.000 Din u zlatu po kursu od 90%, od koga se imalo utrošiti za željeznice 35,000.000 Din, a za vojsku 46,000.000 Din.

Da bi se sagradilo više pruga, odabran je kolosijek 0.76 m, a kod toga se vodilo računa i o povezivanju sa bosanskim željeznicama.

Imale su se graditi pruge: a) Paraćin — Zaječar — Negotin — Prahovo, b) Zabrežje — Lajkovac — Valjevo, c) Paraćin — Stalać — Kruševac — Kraljevo — Čačak — Požega — Užice, d) Aranđelovac — Lajkovac, e) Kragujevac — Kraljevo, f) Beograd — Obrenovac, g) izvršiti nabavke voznih sredstava.

Sve ove pruge u dužini od 570 km imale su se dati u rad putem licitacije, po jediničnim cijenama. Bilo je borbe između opozicije i vlade radi veličine i utroška zajma, to više, što se sve pruge nisu mogle najednom graditi, a na zajam će se plaćati visoke kamate.

Veliki dio zajma utrošen je beskorisno. Nije se moglo odmah započeti sa građenjem svih pruga, jer ni projekti nisu bili gotovi.

Najprije se počeo u god. 1905. graditi dio pruge na IV. sekciji Zaječar—Bogovina po domaćem poduzeću, a 1906. god. na I. sekciji Paraćin—Donja Mutnica, isto tako po domaćem poduzeću. II. i III. sekcija predate su u građenje 1907. god. madžarskom preduzimaču Šiferu iz Pešte.

Najveća smetnja na građenju ove pruge bila su velika klizanja, koja su se pojavila u Čestobrodici koncem 1907. god. Moralo se prestati sa građenjem i raskinuti ugovor sa preduzimačem Šiferom. Predsjednik vlade je svalio svu krivicu za to na srpske inženjere, ma da su oni još pred početak građenja tražili, da se pruga ne gradi tim putem. Polovične mjere su bile krive tom neuspjehu, a ne inženjeri. Zbog štednje htjelo se izbjeći veće radove, ali se takav postupak uvijek teško osvećuje, pa i tada.

Nakon Madžara Šifera dolazi preduzimač Manž iz Pariza, koji nije sam upravljao građenjem, nego ga je povjerio nestručnim licima.

Manž je tražio produženje roka za 18 mjeseci, našto mu je početkom 1911. god. oduzet posao, i direkcija ga je sa svojim mladim inženjerima svršila u režiji na račun Manža kroz 9 mjeseci.

Preduzimači Srbi svršili su svoje radove, a stranac Manž nije, što je vladu dovelo u težak položaj. Na ostaloj pruzi otvoren je saobraćaj 1. I. 1911. god., a preko Čestobrodice se vršio pretovar, koji je preko zime bio nemoguć.

Od preuzimanja eksploatacije u državne ruke do god. 1909. sagrađene su ove pruge:

Beograd — Sava — Klanica	dužine	8.5	km
Ćuprija — Senje	„	30.8	„
Čičevac — Sv. Petar	„	17.5	„
Mladenovac — Aranđelovac	„	31.5	„
Sv. Petar — Bela Reka	„	4.7	„
Zabrežje — Valjevo	„	67.5	„
Stalać — Kruševac	„	14.5	„
Svega dužine		175.0	km

Osim toga je bilo nabavljeno kolskog parka:

Lokomotiva	kom.	63
Putničkih kola	„	104
Zatvorenih kola za robu	„	1097
Otvorenih kola za robu	„	626
Kola za svinje i blago	„	117
Svega	kom.	2007

Interesantno je napomenuti, da je 3. IX. 1909. god. vršilo službu: U direkciji 197 lica, a na pruzi 2494 lica ili svega 2691 namještenik.

Željeznički prihodi su stalno rasli, i to od 6,192.624 Din u god. 1898. na 12,360.000 Din u god. 1908.

GRAĐENJE PRUGE STALAĆ — ČAČAK — UŽICE. Ova pruga je od stručnjaka smatrana kao dio buduće Jadranske pruge Dunav — Jadransko more preko Višegrada, Sarajeva i Mostara na Metković i Dubrovnik. Zato se ona imala graditi kao normalna, ali jer su bosanske željeznice bile uzanog kolosijeka, odlučilo se, da se i ona tako gradi. Pruga je dovršena tek 1912. god. iz drugog zajma od 150,000.000 Din.

PRUGA VALJEVO — LAJKOVAC — OBRENOVAC — ZABREŽJE, dužine 67.4 km kolosijeka 0,76 m, započeta je marta mjeseca 1906. god., a predata je saobraćaju septembra 1908. god.

PRUGA ARANĐELOVAC — LAJKOVAC dužine 42.4 km kolosijeka 0,76 m, uzeta je u rad juna 1907. god., a predata je saobraćaju juna 1910. god.

NA PRUZI VRAŽOGRNAC — NEGOTIN, kolosijeka 1,435 m, dužine 61 km, započeto je građenje 1907. god., a definitivno je predata saobraćaju polovinom 1914. god. Ona je bila dio Jadranske pruge preko Prištine na Jadransko more.

I PRUGA ZAJEČAR — KNJAŽEVAC, dužine 44,3 km, imala je da bude dio Jadranske pruge, sa ciljem, da se Srbija emancipira od Austro-Ugarske zbog carinskog rata od 1906 god. Ona je obilježena sa elementima za normalni kolosijek, a građenje je otpočelo septembra 1909. god. Predata je saobraćaju januara 1915. god.

SAMOUPRAVNIH ŽELJEZNICA sagrađeno je u požarevačkom okrugu 64 km a u Podrinskom 54 km.

U ovom periodu započinjale su se graditi željeznice bez dovoljno prethodnih studija i bez osiguranih financijskih sredstava, pa je zato i građenje svih ovih pruga bilo skuplje i trajalo je duže nego što treba. Sa građenjem se vodila politička agitacija, pa je građenje i prije vremena otpočimano, samo da bi se ovoj ili onoj stranci osigurali glasovi. Narodni poslanici su se utrkivali, tko će prije isposlovati prijevremeni početak građenja pojedinih pruga, kako bi zadobili više glasova, a nije se pazilo, što će građenje na takav način otpočeti bez dovoljnih studija, i što će se to osvetiti prilikom dovršenja pruge i stajati državnu kasu mnogo više nego da se građenje otpočelo nakon gotovog projekta. (Baš kao i u Jugoslaviji iza 1918. god.).

Isto se tako vodila politika i sa prijevremenim dovršavanjem pruga i puštanjem u saobraćaj nedovršenih pruga, a sve nezgode, koje su od toga proistekle nepravedno su svaljivane na leđa inženjera, koje su nazvali nespremnim i nesposobnim.

Poradi toga predračuni su mnogo prekoračivani i traženi su novi krediti iz zajma od 1909. god. u iznosu od 19,000.000 Din, što se sve sručilo na glavu srpskih inženjera, koji na tome nisu imali krivice, već su savjesno izvršili svoju dužnost, prošli dobru školu, stekli iskustvo i mnogo naučili.

PERIOD OD 1910. DO 1912. god. Od 12. I. 1909. osnovano je u Direkciji posebno IX. odjelenje: Uprava za građenje, sa upravnikom na čelu, ali koja je bila zavisna od Direkcije i nije smjela da samostalno donosi rješenja, niti da saobraćava sa ministarstvom građevina, što je potenciralo birokratizam i uvelike kočilo sav rad. Zato je uprava za građenje isposlovala rješenje od 30. VIII. 1910. god., po kome je dobila samostalnost, koja je bila od velike koristi za brzo i stručno rješavanje raznih problema.

Decembra 1909. god. donijet je zakon o $4\frac{1}{2}$%-tnom zajmu od 150 miliјuna dinara u zlatu, od koga je otpalo na željeznice 56,000.000 Din, u prvom redu na one, koje su od interesa za cijelu zemlju.

Ni ovoga puta nisu bili gotovi prethodni radovi za pruge, koje su se imale graditi, a ni iznos, koji je za to odobren, nije bio dovoljan. Opozicija je oštro prigovarala, što se ne održava prioritetni program, već se on mijenja po volji utjecajnih ljudi u vladi. Mjesto glavnih grade se lokalne željeznice, koje ne će pomoći Srbiji da se oslobodi austro-ugarskog pritiska i zavisnosti. Pruge se grade polako, i u njima leži nekorisno uloženi novac. Opozicija nije imala vjere, da će se i ovih 56,000.000 Din utrošiti racionalno, kao ni onih prvih 35,000.000 Din. Predložena željeznička mreža, koja se je iz zajma imala graditi, i suviše je velika i ne će se moći izgraditi iz ovog zajma, zato će kroz 3 godine trebati novi zajam. Iz njega bi trebalo najprije dovršiti započete pruge, a za sve nove spremiti projekte i točne predračune, pa tek onda otpočeti gradnjom onih pruga i onolikog broja, za koliko ima novaca.

Velika je griješka bila što se je mnogo gradilo najedamput, a nismo imali stručnog osoblja, morali smo uzimati strance, koji nisu bili dorasli, pa su otpuštani. Naglo građenje željeznica uvijek je skuplje, a osobito kad se grade bez gotovih projekata.

Sistem građenja i nadzor centralne uprave krivi su, što predračuni nisu bili točni. Uprava je bila birokratizirana i nije primala nikakvih savjeta od sekcija na terenu, koje su na licu mjesta bile u stanju da bolje prosuđuju sve nezgode i potrebe u radu. Bilo je pruga sa gotovim donjim strojem i nabavljenim šinjama, ali sve to moralo je da čeka na montiranje nekih manjih gvozdenih mostova, jer su u centrali zaboravili da ih poruče.

U tom periodu Uprava za građenje, da ubrza rad na trasiranju i projektima željeznice, koje su se imale graditi iz zajma od 150,000.000 Din pozvala je zbog hitnosti spremne inženjere van uprave i svoje vlastite, u koje je imala puno povjerenje i tražila je od njih, da stave paušalne ponude od 1 km pruge za radove, koji su se imali izvršiti. Kad je dato ovo odobrenje, nije još važio zakon o državnom računovodstvu, koji je uveden

u život 1. I. 1911. god. Zato su se mogli da izvode svi radovi bez te fatalne kočnice, koja je tadanju Srbiju, a kasnije i Jugoslaviju stajala milijarde dinara. Svi ovi radovi, koji su predati uz paušalne cijene, bili su gotovi prije konca 1910. god., a izvršeni su dobro i savjesno.

Poslije toga pristupilo se građenju pruge normalnog kolosijeka DUNAV—NEGOTIN—NIŠ kao dijela Jadranske pruge. Poslije dugih studija riješeno je, da pristanište bude u Prahovu. Februara 1911. god. održana je licitacija za izradbu donjeg stroja za dio potpuno jednostavne pruge NEGOTIN—PRAHOVO—DUNAV, a pruga je predata saobraćaju 1. VI. 1914. god.

GRAĐENJE PRUGE KNJAŽEVAC—NIŠ. Ni za ovu nije bilo točnih predračuna ni predmjera, jer su studije vršene u hitnji. Da se vlada zaštiti od opravdanih napadaja i traženja naknadnih kredita u Narodnoj skupštini, što je bivalo redovito skoro kod svih pruga u građenju, i da se izigra ograničenje u zakonu o zajmu od 150,000.000 Din, da se pruge ne će davati u rad, dok se ne bude točno znalo, koliko će one stajati, došlo se na ideju, da se i ova pruga gradi po paušalnim cijenama. Licitacija je održana 26. V. 1911. god. i građenje je povjereno domaćoj firmi po paušalnoj cijeni od 142.650 Din od 1 km bez obzidivanja tunela, polaganja kolosijeka, šinja i sitnog pribora. Cijena je bila niska, jer je pruga vodila u uskoj klisuri Švrljiškog Timoka. Do balkanskih ratova bilo je izvršeno 40% posla, i ratovi su omeli građenje. Prva situacija je bila 7. X. 1911., a posljednja 18. I. 1914. god.

U ovu su prugu polagane nade, da će privući tranzitni saobraćaj iz Rumunije i Rusije, ali toga nije bilo.

Za prugu TOPČIDER — MALA KRSNA odobrena je licitacija 2. VII. 1911. god., ali zbog balkanskih ratova nije ni ona dovršena. Ona je dio pruge 45 uporednika Bordeaux — Milano — Trst — Zagreb — Beograd — Požarevac — Kučevo — Bukurešt — Odesa i građena je kao pruga I. reda sa *Rmin* = 300 m i sa maksimal. usponom od 8‰. Ova pruga je bila nedovršena, a u lošem terenu, podložnu klizanju, mnogo je stradala za vrijeme rata i morala se skoro sva ponovo graditi nakon svršetka rata i izvesti velika osiguranja na njoj. Ona je nakon rata dovršena, ali je morao biti obustavljen saobraćaj, pak je dovedena u red i otada dobro funkcionira.

Kao nastavak ove pruge imala se graditi pruga MALA KRSNA—POŽAREVAC, za koju je licitacija odobrena 7. VI. 1911 god., i odmah je početo građenje, ali zbog rata ni ona nije dovršena.

U isto vrijeme započeto je građenje pruge ČAČAK—GOR. MILANOVAC—LAJKOVAC—LAZAREVAC—BEOGRAD kolosijeka 0,76 m, dužine 142 km, i za nju je odobrena licitacija 2. VII. 1911. god. Poslije 1918. god. ova pruga dobila je veliku važnost, jer je povezala Beograd sa bosanskim željeznicama i sa Jadranskim morem u Metkoviću, Dubrovniku i Zelenici. Mjesto pruge Lazarevac—Beograd sagrađena je poslije I. svjetskog rata pruga Obrenovac—Beograd. I njezino građenje je bilo ometeno balkanskim ratovima, teškim terenom i lošim cijenama. Pruga Gornji Milanovac—Ugrinovci je otvorena 1923. god., a Obrenovac—Beograd 1929. godine.

Cijela pruga Kruševac — Čačak — Užice, dužine 181 km, koja je početa iz prvog željezničkog zajma, predata je saobraćaju 20. VIII. 1912. godine.

Iako je taj period bio kratak, ipak se je mnogo i intenzivno gradilo. Uprava je vjerovala u svoju organizaciju i sposobnost, a tako je mogla da ocijeni i sposobnost mladih srpskih inženjera i da ih potpuno iskoristi na trasiranju i na građenju željeznica, bilo kao državne nadzorne inženjere, ili kao privatne inženjere-preduzimače.

Uprava za građenje željela je da u ovom periodu građenja stvori veći kadar inženjerskih preduzeća, i ona ih je, što je bilo sasvim ispravno, i pomagala, ne obazirući se mnogo na zakon o državnom računovodstvu, a i mnoge svoje inženjere, koji su za to imali sposobnosti, gurala je u preduzeća.

Za kratko vrijeme građenja željeznica stvoren je velik kadar inženjera i tehničara, sa kojim su vlada i uprava za građenje mogle da preduzmu i da izvrše cjelokupno građenje naših željeznica u zemlji. Unatoč tome političari nisu ovako htjeli, jer im to nije išlo u račun. (Izmakle su im intervencije).

Pri kraju ovog perioda promijenila se vlada, koja je došla u ruke starijih radikala, pak se je promijenila i građevna politika.

PERIOD OD JUNA 1912. GOD. DO KRAJA 1915. GOD. Svi utjecajniji političari radikalne stranke nisu bili suglasni sa željezničkom politikom ranijeg perioda građenja.

Nije ni čudo, da se je željeznička politika promijenila i sastojala se u ovome: 1. Trasiranje željeznica pomoću priznatih stranih stručnjaka, 2. Građenje željeznica dati stranim kapitalistima zbog financiranja građenja i 3. Financiranje pomoću izdavanja željezničkih pruga u koncesiju sa građenjem sa stranim kapitalom. — Ali pravi razlog bile su provizije!

Ovakvu željezničku politiku (starijih) radikala spriječili su, bar u nekoliko balkanski rat, a definitivno svjetski rat, ali se poslije rata ovo građenje sa stranim preduzimačima likvidiralo uz teške žrtve, a da nije sagrađen niti jedan km pruge.

Pruge su naturivane od stranih agenata, a i bez plana, da ni sama Direkcija željeznica o tome nije ništa znala. Tako je sa jednim francuskim društvom iz Pariza zaključen ugovor za trasiranje nekoliko pruga i tek po svršenom činu dat je na znanje Direkciji.

Vlada je opravdavala takav način trasiranja pomoću stranih stručnih inženjera, za koje je ona uvjerena, da su stručniji, bolji i čuveniji od naših

inženjera, nije išla na licitacije, »jer se ovakvi poslovi licitacijom ne mogu dobiti, jer velike firme ne izlaze na licitacije«. Rezultat je bio jedno iskustvo više, od koga na žalost nismo ništa naučili za kasnije, već su, koliko u predratnoj Srbiji toliko i u bivšoj Jugoslaviji, slijedile nove ružne afere.

Već je kazano, kako strani preduzimači do onda na građenju nisu imali nikakva uspjeha (Šifer, Vezen, Manž), a Borski rudnik, koji je bio u stranim rukama, kad je gradio svoju željeznicu od Rudnika do Metovnice, uzeo je srpske inženjere za trasiranje i za građenje te željeznice. Strana preduzeća nisu išla na licitacije, jer su uvijek bila skuplja od domaćih i nisu mogla ovima konkurirati, pak su onda, a tako i kasnije nalazila načina da domaća preduzeća isključe iz konkurencije, u čemu su na žalost uvijek uspijevala. Dokaz tome nalazimo kod drugog zajma od 150,000.000 Din, kada su se na licitaciji pojavili i stranci, ali nisu dobili ni jednog km pruge, jer su bili preveć skupi, a kod jedne pruge, gdje su domaći tražili 8,000.000 Din, strani su tražli 17,000.000 Din. I francuska firma Desolier trasira sa našim inženjerima, a tako su isto stranci i gradili s našim inženjerima. Uz mnogo veće cijene predavali su se radovi strancima, koji su nas smatrali za koloniju, radili su sa našim ljudima, koji su uz minimalne nadnice jedva što zaradili od svoga napornog i teškog rada, dok su stranci obirali kajmak.

Zakon o građenju novih željeznica od 26. III. 1913. god. ovlašćuje vladu da može odmah pristupiti građenju više pruga normalnog kolosijeka i pruge Valjevo—Osečina kolosijeka 0,76 m.

Ujedno je ovlašćena vlada, da zaključi ugovor za te pruge sa Francusko-srpskim društvom za industrijska preduzeća u Parizu sa kapitalom od 4,000.000 fr. S tim je društvom zaključen ugovor 13. V. 1913. god.

Članom prvim ustupljena su društvu za građenje, na osnovu samo generalnih trasa, koje su dijelom utvrđene ili ć e s e u t v r d i t i, ove pruge:

a) Jednokolosječna normalna pruga Kragujevac — Kraljevo — Raška,

b) Jednokolosječna normalna pruga Niš—Prokuplje—Merdare,

c) Jednokolosječna normalna pruga Kruševac—Jankova Klisura do veze s prugom pod b),

d) Uske pruge kolosijeka 0,76 m Valjevo—Osečina, do veze s prugama Podrinskog okruga.

Treba spomenuti da je i prije u Srbiji, a tako i početkom u bivšoj Jugoslaviji, bilo predviđeno, da se gradi pruga Prokuplje—Pločnik — rijekom Toplicom i Kosanicom na Merdare i Prištinu, a ne ona preko Kuršumlije—Kuršumlijske Banje — i Prepolca na Prištinu, po svoj prilici iz razloga, što se htjelo, prema njezinu karakteru glavne tranzitne pruge, da prijeđe vododijelnicu kod Merdara, koja je za preko 100 m niža. Ona je oko kote 600 m, dok je vododijelna kota kod Prepolca u tunelu iznad 700 m. Dužina im je otprilike jednaka. Vododijelnicu kod Merdara može se, uz malo produženje, jednim zaokretajem nešto prije Merdara dostići sa usponom od 10‰, dok su na pruzi kod Prepolca usponi do 25‰, što kvari trasu, jer od Dunava pa sve do Prištine, nije nigdje prekoračen uspon od 10‰. Čini se, da su i ovdje uspjele intervencije političara i da su prevladali lokalni interesi.

Pruga preko Merdara bila je u nekoliko navrata trasirana, najprije god. 1911. po Venosti, pak je 25. XI. 1911. g. predata ing. Taburnu, koji je pored Venostine trase povukao drugu i dovršio trasiranje aprila 1912. god. On je računao da će dobiti i građenje ove pruge po paušalnim cijenama, pa je povukao trasu tako da bude što jeftinija. Ona je u dolini Toplice bila u malom nasipu i 2 m ispod visoke vode. Poslije toga građenje ove pruge je ustupljeno Desolieru, koji je obećavao, da će od Turske ishoditi građenje turskog dijela Jadranske pruge.

Vlada je radila na svoju ruku, sama je zaključivala razne ugovore bez savjetovanja i bez obavještenja i dogovora s tehničkim organima željezničke direkcije. U ovim poslovima političari su imali svoje prste. Tek nakon sklopljenih ugovora obavještavana je željeznička direkcija. Jedna takva obavijest je uslijedila pismom ministra građevina od 12. IV. 1912. god., »da je po ovlaštenju ministar. savjeta od 17. II. 1912. god. zaključio ugovor za trasiranje pruga: Kragujevac—Kraljevo—Raška, Kruševac—Tulari i Loznica—Zavlaka—Valjevo, sa Desolierom administratorom Francuskog društva za industrijska preduzeća i javne radove u Parizu«.

Šaljući Direkciji ugovor u prilogu tog akta preporuča joj, da naredi Upravi za građenje, da ona sa svoje strane odredi inženjere, koji će sa inženjerima preduzeća, u t v r d i t i p o l o ž a j t r a s e na terenu i ona mjesta, koja trasa treba da dodirne.

Naročito se upozorava Direkcija na odredbu čl. 13. ugovora i naređuje joj se, da po toj uredbi postupi, kada se preduzeće bude molbom Direkciji obratilo.

Ovo nije bio usamljen slučaj. Razna strana društva, na nedozvoljen način, nalazila su razne posrednike i od min. građevina dobivala su razne radove.

Opozicija je takav postupak oštro kritizirala, osobito jer je to uslijedilo bez licitacije, što nije po zakonu.

Isticalo se je, da ovakve firme nastoje da izvuku za sebe što veću korist, država pako ima interesa da željeznice služe općim interesima.

Kod trasiranja je glavno, da se položi željeznička trasa pravilno i da se izradi što točnije potrebni elaborat, a taj posao mogu da izvrše samo državni inženjeri, koji se plaćaju iz državne kase, a preduzimač to ne može da radi, jer te studije traju dugo i skupo staju. Na koncu, kako je već ranije navedeno, ispalo je tako, da su trasiranja ustupana za skupe pare strancima, a oni su onda uzimali naše inženjere da za njih rade. Tako su svi redom radili: Šifer, Vesen, Manž i imali su uspjeha samo, kad su naši inženjeri za njih radili. Docet Borski rudnik.

I trasiranje ustupljeno Desolieru, za koga su radili naši inženjeri, imali su da kontroliraju drugi naši inženjeri, što dokazuje, da su bili bolji i sposobniji od stranaca. Ovakvim nerazumnim i štetnim postupkom isključivani su naši inženjeri i preduzimači od licitacija i postizavalo se je samo to, da su takvi radovi bili mnogo skuplji, a za tim su stranci, potpomognuti od vlade i išli, jer kod licitacija nisu mogli da izdrže konkurenciju naših inženjera. Dokaz tome je, kako je već ranije spomenuto, što su kod jedne željezničke pruge naši preduzimači tražili 8,000.000 Din, dok su stranci tražili 17,000.000 Din.

Taburnovu je zbog oduzimanja pruge Prokuplje — Pločnik — Merdare data koncesija za građenje pristaništa na Dunavu kod Prahova, za 10,000.000 Din, u kome se je imao savladati obrt robe od 250.000 t godišnje, uz gradnju bazena za zimovanje za barem 30 brodova.

Ministar građevina braneći ovaj ugovor izjavio je, »da te pruge ne će više davati na licitaciju, već da se unaprijed daju rečenom preduzeću, sa kojim će se sporazumno utvrditi cijene«. Ovo je diglo opravdanu buru, dokazivano je, da se ne prave zajmovi, da se grade željeznice, već da se prave željeznice, da bi se napravili zajmovi, i da se uvlače stranci na zahtjev domaćih špekulanata. Opetuje se slučaj sa Bontuom, a zajmom se ne unosi novac. Bunilo se i proti preobilnom programu željezničke mreže od 24 nove pruge, da bi se zadovoljili razni neopravdani zahtjevi, ali samo na papiru, a i protiv toga što se ne utvrđuje prioritet građenja pojedinih pruga, i time se omogućuje, da se grade one, koje preporučuju utjecajne ličnosti, a ne one prema svojoj potrebi i važnosti (isto se je provodilo i u bivšoj Jugoslaviji).

Zbog podizanja pristaništa i javnih skladišta kod Prahova na Dunavu obrazovalo se je »A. D. Srpskog dunavskog pristaništa«, koje je imalo da po planu sagradi sve lučke uređaje za iznos od 10,100.000 Din, a koncesija bi trajala 60 godina. Svjetski rat je spriječio izvođenje ove koncesije, i tako je oslobodio Srbiju velikih neprilika i štete iz ovih ugovora.

Konvencija za podizanje mosta na Dunavu između Srbije i Rumunije bila je zaključena 3. VII. 1908. god., a bila je plod nastojanja Srbije, da Jadransku željeznicu poveže preko Turske s Jadranskim morem, a preko Rumunije mostom između Kladova i Turn Severina s Rusijom. Kasnije studije su pokazale, da bi premoštenje između Brze Palanke i Ciganaša bilo povoljnije, pa je 10. XII. 1913. god. zaključena u Bukureštu nova konvencija, koja je ratificirana 10. XII. 1914. god. i odmah je bila obrazovana sekcija za prethodne radove, ali su oni bili prekinuti zbog objave rata.

Iza balkanskih ratova Srbija je bila proširena Sandžakom i Makedonijom, pa je nastala potreba, da se i ti novi krajevi povežu željeznicom. Trasiranje pruga Merdari — Priština, Raška — Mitrovica i Raška — Novi Pazar — Priboj — Bos. granica predano je koncem 1913. god. Francusko-srpskom društvu, koje je počelo da radi 1914. god., ali sa srpskim inženjerima. Budući da su ove pruge smatrane glavnim prugama I. reda, utvrđen je minimalni $R = 250$ m, a $Umax = 10‰$.

Vlada je početkom 1914. god. zaključila ugovor za trasiranje južnosrbijanskih pruga s njemačkom firmom Julius Berger iz Berlina i engleskom firmom Reilvej Bork & Co. iz Londona.

Planovi za sve pruge bili su izvršeni, i položene trase, ali je sve to dobiveno poslije rata. Od svih planova bili su najbolje izrađeni oni od Kosovske Mitrovice do Raške, koje su izradili srpski inženjeri i koji su djelomično iskorišćeni kod građenja ove pruge.

Svjetski rat je prekinuo rad na građenju pruga, koje je počelo Francusko-srpsko društvo po zaključenju ugovora od 23. V. 1913. god.

Dalje su se vodili pregovori i s preduzećem Lefevr marta 1914. god., da mu se ustupi koncesija za prugu Požarevac—Kučevo—Prahovo, ali su pregovori prekinuti zbog svjetskog rata.

Za vrijeme I. svjetskog rata gradile su se željeznice s vojskom i zarobljenicima pod upravom mobiliziranih srpskih inženjera.

Nastojalo se dobiti vezu s Rusijom preko Rumunije prugom Niš — Prahovo. Zato se sva raspoloživa sila bacila na prugu Niš — Knjaževac, gdje se složno radilo s državnim inženjerima, mimo zakona o državnom računovodstvu. Radi humanog postupka utrkivali su se zarobljenici sa Srbima, a tako i intelektualci među njima, pa čak i profesori univerziteta. Pruga je bila gotova za 90% i polagan kolosijek, ali nije puštena u saobraćaj zbog odstupanja izazvanog navalom Bugara, pak su se ponovno rušili tek dovršeni mostovi i tuneli. Isto je bilo i s ostalim prugama u sjeveroistočnoj Srbiji.

ŽELJEZNICE U HRVATSKOJ, SLAVONIJI, VOJVODINI, BAČKOJ, BARANJI I BANATU

Te su se željeznice razvile kao dijelovi pruga madžarskih željeznica, u početku u duhu austrijske, a kasnije madžarske željezničke politike, koje su obje bile c e n t r a l i s t i č k e.

Kako je već napomenuto, zakonskim čl. XXV. od 1836. god. bio je utvrđen program građenja 13 željezničkih pruga iz Beča i Pešte na sve strane.

God. 1846. izrađen je veliki madžarski željeznički program. Tada je bačena Košutova krilatica »Na more, Madžaru« i bila zasnovana veza Pešta — Rijeka, s našim Primorjem u sjevernom Kvarneru. God. 1848. imenovano je odgovorno madžarsko ministarstvo. Grof Sečeny je bio ministar trgovine i saobraćaja, a njegov program je bio:

»Žarište madžarske trgovine je Pešta. Ona je srce zemlje; željeznice, koje do nje vode, jesu glavne žile, koje omogućuju kolanje krvi iz srca do krajnih granica zemlje. Prema tome imaju se sagraditi željeznice iz

Pešte na način, da se njima svrati u Peštu svjetski saobraćaj, a iz nje po cijeloj zemlji«.

Polovicom 40-tih godina prošlog stoljeća jedan konsorcij hrvatskih zemljoposjednika projektirao je izgradnju željeznice između Siska — Zagreba i Karlovca, ali nije imao uspjeha. Izaslanici tog konzorcijuma predali su god. 1851. hrvatskom banu peticiju, kojom su molili, da država o svom trošku sagradi tu željeznicu s konjskim pogonom. God. 1851. proglašena je ta veza kao državna željeznica, i to od Zidanog Mosta do Zagreba, a otud do Siska i do Karlovca. Odmah je započelo trasiranje tih pruga, a već god. 1855. izdat je nalog za njezino građenje. S troškom od 2.5 milijuna forinti sagrađen je donji stroj za dio pruge od Zidanog Mosta do Reichenburga, ali je onda država — pritisnuta financijskim teškoćama — prodala svoje željeznice privatnim društvima, tako da je i ta pruga prešla u privatne ruke. U državnom programu bilo je predviđeno još mnogo drugih pruga, među kojima i veza Sv. Petra u Krasu s Rijekom, ali je država za nje izradila samo projekte.

Zak. čl. XXX. od 1848. god. utvrđivao je građenje željezničke veze Pešta — Blatno jezero — Karlovac — Rijeka ili Bakar.

Dalje je grof Sečeny utvrdio smjernice u željezničkoj politici:

1. »Radi obezbjeđenja industrijskih interesa, odmjerivanje tarifa pripada državi.

2. Trasu po državi koncesioniranih pruga određuje država, ona se ne smije prepustiti samovolji preduzimača.

3. Sveukupni saobraćaj potpada pod državni nadzor.

4. Željeznice u Madžarskoj ima da gradi država, uz isključenje bilo kojeg jamstva kamata, jer je to jeftinije. Privatne željeznice ne mogu nikada dozvoliti toliko jeftine tarife zemaljskim proizvodima, industriji i trgovini, kao što to može da učini država, jer se ne da unaprijed ustanoviti, kojih će se interesa dotaknuti željeznički sistem i koje će promjene izazvati, kao i iz razloga što je neophodno potrebno, da država zadrži svoje pravo određivanja slobodno od bilo kojih utjecaja, i napokon što bi preduzimač mogao predati željeznice u druge ruke ili pod tuđi nadzor«.

Zbog revolucije od god. 1848./49. Sečenijev program nije bio proveden.

God. 1867. sklopljena je nagodba između Austrije i Madžarske, a god. 1868. između Madžarske i Hrvatske. Otada je Madžarska sama vodila brigu o željeznicama na svom području, u koje je spadala Hrvatska, Slavonija, Srijem, Vojvodina, Banat, Bačka i Baranja, a željezničku politiku je vodila u duhu Sečenijeva programa, centralistički. Madžarski jezik bio je službeni, a naš jezik je bio posvema isključen, tako da je našim narodima bilo onemogućeno stupiti u željezničku službu. Madžari su i niži personal dovodili iz Madžarske i time su nastojali da koloniziraju i madžariziraju naše krajeve. Naš narod se je često bunio protiv toga i skidao madžarske natpise, ali su takvi pokreti ugušivani silom. Iza sloma A. U. monarhije to stanje smo osjetili u svoj svojoj jačini, jer je nastala dezorganizacija u željezničkoj službi u svim onim krajevima, koji su bili pod Madžarskom, uključivo i Hrvatsku. Zbog pomanjkanja našeg osoblja i zbog pasivne rezistencije preostalog madžarskog činovništva, saobraćaj je jako zapinjao.

God. 1884. bile su dovršene sve željeznice po tom programu. U tom razdoblju bile su po zakonskom čl. XII. od 1868. sagrađene ove naše pruge:

Žakany—Zagreb, duga 103 km, otvorena 5. I. 1870. god.

Karlovac—Rijeka, duga 176 km, otvorena 23. X. 1873. god.

U vezi s ovom MAV je god. 1880. otkupio prugu Zagreb — Karlovac dugu 53 km, otvorenu 1. VI. 1865. god.

Netom spomenuta veza s Rijekom bila je mamac ovome gradu, da se odnarodi i odcijepi od Hrvatske, a Madžari su pogodovali stranom protunarodnom elementu, koji se obogaćivao na našim leđima. I ovo za nas bolno pitanje konačno je riješeno u našu korist pobjedom naše NOV i oslobođenjem Rijeke i Istre 1945. god.

Ali god. 1873. nastupila je kriza, i nastao zastoj u građenju željeznica. Pruga Zagreb — Žakany je sagrađena da se uspostavi direktna veza Zagreba kao glavnog čvorišta za Rijeku preko Kanjiže i Stolnog Biograda za Budimpeštu. Izgradnjom ove pruge, otkupom pruge Zagreb — Karlovac i nakon izgradnje pruge od Pešte preko Dombovara do Gyekenješa 16. XI. 1882. god. dobili su Madžari izravnu vezu po svojim državnim željeznicama do Rijeke. Time su postali neovisni od Južnih željeznica i mogli su da udešavaju tarife po svojoj volji i da pogoduju Rijeku.

Zak. čl. XXV. od 1877. god. određeno je građenje vojno-krajiških željeznica od Zemuna do Siska i pruge Sunja—Volinja, koja je povezivala banjalučku prugu preko Zagreba s Austrijom, svega oko 300 km dužine, a razni dijelovi građeni su ovim redom:

Brod—Vinkovci—Dalj, dužine 96 km, od toga Brod—Vinkovci 66 km, otvorena 23. IX. 1878. god.

Sisak—Volinja—Dobrljin, dužine 48 km, otvorena je 10. IV. 1882. godine.

Inđija—Mitrovica, dužine 41 km, otvorena je 10. XII. 1883. god.

10. I. 1888. god. dogotovljena je 79 km duga željeznica od Sunje preko Jasenovca i Novske do Nove Gradiške, a 18. IX. 1889. god. njezin nastavak do Broda dug 51 km. 7. X. 1891. god. dovršena je pruga Vinkovci—Mitrovica duga 74 km, uspostavljena veza od Broda do Mitrovice duga 140 km, i time povezan Sisak sa Zemunom.

Izgradnja ovih željeznica izmijenila je način i putove saobraćaja od Zagreba prema moru. Do tada se saobraćaj u Hrvatskoj, Slavoniji i Srijemu odvijao uglavnom rijekom Savom, pak Kupom do Karlovca, a otud Lujzinskom cestom kolima do mora, ali takav saobraćaj bio je previše skup i danguban. Netom je sagrađena željeznica, ona je preuzela sav saobraćaj s morem, u početku preko Trsta, a kasnije preko Rijeke.

Osim Vojno-krajiške pruge, koja je povezivala poprijeko naše krajeve, sve ostale pruge vodile su u pravcu Pešte, te su poput krakova nezasitne hobotnice sisale i eksploatirale razne naše krajeve.

I tarife su bile za to udešene, tako da je prijevoz robe iz Sarajeva preko Pešte za Zagreb bio jeftiniji, nego izravno iz Sarajeva za Zagreb, a jednako je bilo i s »madžarskom« lukom Rijekom. Pešta i Rijeka bile su pogodovane tarifama.

VICINALNE ŽELJEZNICE

Nakon dovršenja izgradnje pruga uvrštenih u glavni program, madžarska država se je toliko istrošila, da nije imala novaca za građenje pobočnih pruga, pritoka glavnih, koje su ih morale alimentirati, jer bi bez njih dovoz do glavnih pruga bio otežan i one ne bi imale što da voze. Država je imala najvećeg interesa na građenju tih pobočnih ili vicinalnih pruga. Ali je njihovo građenje morala da prepusti privatnoj inicijativi.

U tu svrhu donešen je zak. čl. XXXI. od 1880. god. nadopunjen zak. čl. IV. od 1888. god. o vicinalnim željeznicama.

Tim zakonima je država davala velike pogodnosti privatnim društvima, koja će dati kapital za njihovo građenje, a osim toga bile su predviđene i velike pogodnosti za eksploataciju takvih pruga. Time se je pobudio privatni interes za građenje vicinalnih željeznica, kojih je do god. 1916. bilo sagrađeno:

u Hrvatskoj i Slavoniji	1153 km
u Bačkoj i Baranji	887 km
a u Banatu	830 km
Svega	2870 km

od kojih su neki dijelovi prilikom razgraničenja iza prvog svjetskog rata ostali izvan granica naše države.

Pruga Pragersko — Čakovec — Murski Kerestur — V. Kanjiža duga je na našoj teritoriji 92 km, a otvorena je 1. IV. 1861. god. Ona je imala da vodi desnom obalom rijeke Drave i da prođe preko Varaždina. Međutim je kod Ptuja prebačena na lijevu obalu Drave i pošla na Čakovec. Punih 25 godina je Varaždin tražio željezničku vezu, a dobio je tek 13. XII. 1886. god., kada je sagrađena 10 km duga pruga Varaždin — Čakovec. Tako su se naša važna trgovačka mjesta, kao što je bio Varaždin mimoilazila.

Da Banja Luka dobije vezu sa Zagrebom, sagrađena je pruga od Dobrljina preko Kostajnice i Sunje do Siska duga 48 km, a otvorena je 10. IV. 1882. god.

Osim već spomenutih željeznica Zidani Most — Zagreb — Sisak, Zagreb — Karlovac — Rijeka i Vojno-krajiške željeznice sagrađene su od 1880. god. još ove pruge:

1. (Zagreb) — Zaprešić — Zabok — Varaždin — Čakovec ili Zagorska pruga, svega dužine 115.5 km, od toga Zaprešić — Varaždin duga 89 km, Varaždin — Čakovec duga 10 km i Zabok — Krapina dužine 16 km, otvorena 4. IX. 1886. god.

2. Vinkovci — Gunja — Brčko, otvorena 28. X. 1886. g., duž. 54 km.

3. Varaždin — Golubovec, do Lepoglave 27 km dužine, otvorena 1. VI., a do Golubovca 5. X. 1890. god., svega dužine 33,8 km.

4. Slavonske vicinalne željeznice, otvorene 27. VII. 1899. godine, dužine 133,5 km.

5. U bivšoj bjelovarskoj županiji sagrađene su pruge:

a) Križevci — Bjelovar, dužine 32 km, otvorena 12. IX. 1894. god.,

b) njezino produženje do Mišulinovca, dugo 10 km, otvoreno je 1. XI. 1899. god., do Kloštra je daljih 19 km, a do Virovitice još 27 km.

c) u isto vrijeme gradila se je dalje pruga preko Katalene i Kloštra do Virovitice, do kuda je pruga otvorena 4. V. 1900. god.,

d) Kloštar — Virje, dužine 15 km, otvorena je 4. XII. 1909. god., a

e) Virje — Koprivnica, dužine 20 km, otvorena je 9. XI. 1912. god.

f) Bjelovar — Garešnica, dužine 55 km, otvorena je 11. VI. 1913., i to dio Bjelovar—Pisanica, duž. 23 km, otvorena je 21. XII. 1912 god., a Pisanica—Garešnica, dužine 32 km, otvorena je 11. VI. 1913. god., kada je otvoren i ogranak Pavlovac Dražica—Grubišno Polje, dužine 15 km.

6. St. Lorinc — Slatina — Našice, otvorena 22. XII. 1895., dužine 91 km (od Drave do Našica ima 56 km).

7. Lonjsko poljska željeznica Dugoselo—Novska i Banova Jaruga—Pakrac, otvorena 29. XI. 1897. god., duga 113.2 km.

8. Ruma—Klenak, otvorena je 15. IX. 1891. god., duga 30.5 km.

9. Dravsko—Savska, ujedinjena, duga 116.4 km.

10. I. Jugozapadna Krajiška, dužine 128.8 km.

11. Petrovaradin—Beočin, dužine 18.7 km.

12. Dunavsko—Savska, dužine 52 km.

13. Zabok—Stubica, otvorena 18. XI. 1916. god., duga 13.4 km.

14. Pečuh—Donji Miholjac, duga 47.6 km.

15. Zrenjanin (Veliki Bečkerek) — Sečanj — Vel. Margita, otvorena 4. V. 1889. god., dužine 68 km.

16. Ruma — Vrdnik, otvorena 4. VI. 1889. god., duga 19 km.

17. Subotica— St. Bečej, otvorena 14. XI. 1889. god, duga 77 km.

18. Horgoš — Senta, otvorena 14. XI. 1889. god., duga 31 km.

19. Belišće — Kapelna, uskotračna 1 m kol., otvorena 20. IV. 1890. g., duga 32 km.

20. Borovo — Vukovar, otvorena 14. I. 1891. god., duga 3 km.

21. Očura — Sv. Jakov, otvorena 20. IV. 1891. god., duga 3 km.

22. Vel. Margita — Vršac, otvorena 14. VII. 1891. god., duga 18 km.

23. Osijek — Našice, otvorena 2. XII. 1893. god., duga 48 km.

24. Zrenjanin (Vel. Bečkerek) — Pančevo, otvorena 9. IV. 1894. god., dužine 76 km.

25. Našice — Nova Kapela-Batrina, otvorena 3. XII. 1894. god., duga 58 km.

26. Pleternica — Požega, otvorena 3. XII. 1894. god., duga 14 km.

27. Vršac — Kovin (Dunav), otvorena 8. XII. 1894. g., dužine 48 km.

28. Baja — Sombor — Novi Sad, otvorena 14. IX. 1895. god., duga 143 km.

29. Vršac — Vel. Žam — Gatalja, otvorena 3. VII. 1896. god., duga 44 km.

30. Pančevo — Petrovo Selo, otvorena 26. VIII. 1896. god., duga 27 km.

31. Viljevo — Kapelna — Noskovci, kolosijek 1 m, otvorena 2. XII. 1896. god., duga 20 km.

32. Segedin—Karlovo, otvorena 29. IX. 1897. god., duga 63.5 km.

33. Zrenjanin (Vel. Bečkerek) — Žombolja, kolosijek 0,76 m, otvorena 20. X. 1898. god., duga 65.6 km.

34. Stari Bečej — Novi Sad — Titel, otvorena 2. VII. 1899. god., duga 101.7 km.

35. Belišće—Prandanovci, otvorena 27. VII. 1899. god., duga 21.7 km.

36. Bjelovar — Mišulinovac, otvorena 1. XI. 1899. g., duga 10 km.

37. Katalina — Virovitica, otvorena 2. I. 1890. god., dužine 37 km.

38. Katalina—Mišulinovac, otvorena 4. V. 1890. god., duga 11 km.

38a. Ruma—Klenak, otvorena 15. XI. 1891. god., duga 30.5 km.

39. Zagreb — Samobor, kolosijek 0,76 m, otvorena 6. I. 1891. god., dužine 19.6 km.

40. Vinkovci — Županja — Savska obala, otvorena 30. IX. 1891. god., dužine 33.1 km.

41. Caprag—Vrgin Most, otvorena 29. VII. 1903. g., dužine 60.1 km.

42. Vrgin Most — Karlovac, otvorena 27. VIII. 1907. g., dužine 42 km.

43. Karlovac — Metlika (32 km) sa produženjem do Novog Mesta, otvorena mjeseca maja 1914 god., svega dužine 79 km.

Ovom prugom je uspostavljena veza Karlovca s Dolenjskim željeznicama i s Ljubljanom. U zapisniku obiju vlada, austrijske i madžarske, od 10. X. 1907. god. bio je utanačen rok početka građenja za 1908. god., ali se je početak građenja otegao.

Dva važna naša grada, Osijek i Vinkovci, bili su uključeni u željezničku mrežu, prvi 20. XII. 1879. god., kada je bio povezan sa stanicom Üszëg 5 km od Pečuha, a drugi tek 7. X. 1891. god., kada je otvorena pruga Brod—Zemun.

Da se dobije veza madžarskih željeznica s Barčom i s Pečuhom, sagrađena je pruga Murski Kerester — Žakanj — Barč kao i njezin nastavak od Barča preko Sv. Lorinca i Pečuha do Üszëga, koji je otvoren 4. V. 1868. god., a ona od Murskog Kerestura do Barča otvorena je IX. mjeseca iste godine. Iza ove započela se graditi pruga Vilanje—Osijek—Dalj—Sombor—Subotica—Segedin, dužine 214 km, a otvorena je 20 XII. 1870. god. Od toga Sombor—Segedin 101 km, otvorena 11 IX. 1869. god.

Nakon okupacije Bosne i Hercegovine pobrinuli su se Madžari, da trgovinu iz ovih zemalja navrate preko Madžarske, pak su sagradili prugu od Broda preko Vrpolja i Vinkovaca do Dalja dugu 96 km, koja je otvorena 23. IX. 1878. god., a njezin ogranak Vrpolje — Šamac dug 20 km, otvoren je 20. X. iste godine.

Kako je već spomenuto, čl. 38. Berlinskog kongresa naređivao je Srbiji i Turskoj da uspostave preko svojih teritorija željezničke veze sa Carigradom i sa Solunom. Madžarska je sagradila prugu Zemun — Novi Sad dugu 74 km i predala je saobraćaju 10. XII. 1883. god. kao nastavak pruge Pešta — Subotica — Novi Sad, koju je sagradila 1882. godine.

Zakonskim čl. X. od 1890. god. ovlašćena je madžarska vlada da u Zagrebu sagradi i osnuje vlastitu radionicu i vlastiti kolodvor za državne željeznice MAV-a, a da ove postanu neovisne od Južne željeznice, budući da je Zagreb postao važno čvorište prema Rijeci, a osobito nakon otvorenja pruge Mitrovica — Vinkovci u 1891. god. Ova potonja pruga je uz peažiranje pruge Sisak — Zagreb omogućivala direktni saobraćaj Madžarske s Rijekom, a i Balkana preko Beograda bez upotrebe pruga Južne željeznice, dotično preko njezine pruge od Siska do Zagreba, koja je bila peažirana.

29. X. 1887. uglavile su madžarske državne željeznice (MAV) sa Južnom željeznicom pogodbu za »Peage« saobraćaj na pruzi Sisak — Zagreb, t. j. uz ugovorenu odštetu, mogli su da prolaze direktni vozovi madžarskih državnih željeznica po toj pruzi, sa svojim voznim sredstvima i sa svojim osobljem.

Osim gornjih pruga još su sagrađene:

Novi Sad — Petrovaradin — Kamenica — Beočin, otvorena 1901. god., duga 23 km, Vukovar—Ilača duga 26 km i Šid—Rača na Savi, duga 29 km, koja je otvorena 21. X. 1912. godine.

Barč je već godine 1868. dobio vezu s Bečom, koju je uspostavila Južna željeznica, a god. 1870. sa Zagrebom, a preko njega god. 1873. i sa Rijekom. Sagrađena je također i pruga, koja je povezala Barč preko Virovitice i Daruvara sa Pakracom. 18. VII. 1885. otvorena je pruga Barč — Daruvar, duga 69 km, Bastaji — Zdenci dužine 13 km i Terezovac — Slatina duga 17 km, dok je dio od Daruvara do Pakraca dužine 25 km otvoren 4. X. 1885. godine.

Da se čim više navrati saobraćaj iz Slavonije u Madžarsku, sagrađena je pruga Našice—Slatina preko rijeke Drave do St. Lorinca dužine 94 km, otkuda se je preko Dombovara povezivala sa Peštom. Od toga 56 km na našem teritoriju, a 38 km na madžarskom. Ova je pruga odvratila saobraćaj od Osijeka i nanijela mu veliku štetu.

S istom svrhom je sagrađena i Slavonsko-podravska vicinalna željeznica Osijek—Valpovo—Donji Miholjac—Noskovci, gdje se je povezivala na prugu Našice—St. Lorinc. Ona je u ravnoj Slavoniji, bez ikakvog opravdanog razloga, sagrađena kao uskotračna kolosijeka 1 m, a duga je 82 km.

Pruga Donji Miholjac — Pečuh otvorena je 17. VII. 1913. god.

Dravsko-savsko dioničko društvo produžilo je prugu Vinkovci — Županja za 34 km i spojilo je s Osijekom, da bi se i taj kraj uključivo Bosne što kraćim putom povezao sa Madžarskom, a tako je i Osijek preko Đakova sa 48 km pruge povezan sa Strizivojna—Vrpolje, da bi se povezao Šamac.

Ovako je Osijek postao važno željezničko čvorište sa 6 željezničkih pruga, ali je glavna svrha bila njegovo povezivanje sa mađžarskim željeznicama i da svu trgovinu iz Bosne i Slavonije privuku u Madžarsku.

Kao što su ovdje navlačili saobraćaj u Madžarsku, tako su sa prugom Karlovac — Metlika — Novo Mjesto htjeli da privuku saobraćaj na Rijeku. Iz svega navedenog vidi se, da se željeznice nisu gradile za potrebe naših krajeva, već da bi se preko njih do krajnjih granica ti krajevi eksploatirali.

ŽELJEZNICE U DALMACIJI

Dalmatinska obala je razvijena i duboka, zato je podesna za pristaništa, ali centralistička politika Beča i Pešte nije dozvoljavala izgradnju željezničkih spojeva sa njezinim prirodnim zaleđem prema istoku i prema sjeveru, da ovaj naš narod ne dođe do blagostanja i do oslobođenja. U Trstu i u Rijeci bio je pogodovan protunarodni živalj, i ove su se luke razvile na našim leđima. Čitavo jedno stoljeće radili su napredni ljudi Dalmacije da dobiju veze sa zaleđem. Donošeni su zakoni, razna utanačenja i junktimi, ali veze nije bilo. Austrija se je izgovarala na Mađarsku, ova na Austriju, a obadvije su imale isti cilj: iskorišćivati nas što više, a ne dati nam ništa.

Austro-Ugarska nije htjela, a nije ni znala, pa makar od toga i štetovala, da izvede Istok i Balkan na naš Jadran. Ona je tako na vještački način povećavala duljinu putova i odvraćala trgovinu od naših luka, iako je za trgovinu potreban najpodesniji i najkraći put, a taj put Austrija nije htjela da gradi, jer bi svršio u naše luke.

Kako kod državne uprave nije bilo smisla, a ni volje da se u našim pokrajinama grade po nas korisni saobraćajni putovi, javljala se privatna inicijativa, ali, kako vidimo, ni to nije koristilo.

Namisao, da se Dalmacija poveže željeznim putem sa svojim zaleđem, pojavila se je već 40-tih godina prošlog stoljeća, u isto vrijeme sa madžarskim težnjama da povežu Mađarsku sa Rijekom.

Već godine 1856. je Franjo Borelli, predsjednik Centralnog agrarnog društva u Zadru, napisao »Bilješke o koristi i važnosti dunavsko - jadranske željeznice«, koja bi povezivala donji Dunav sa dalmatinskom obalom. Ovom se prijedlogu pridružila trgovačka komora u Splitu, koja je uspostavila vezu sa utjecajnim ličnostima i kapitalistima u Parizu i zainteresirala ih je za ovu željezničku prugu.

Onda se u Evropi mnogo govorilo i pisalo o željezničkim spojevima s otomanskim carstvom, koji su imali da povežu Zapad sa Istokom. Takvim idejama bavili su se uvelike zapadno-evropski financijski krugovi, koji su željeli da korisno ulože kapitale i otvore nova vrela prihoda, koja su na Zapadu bila već u opadanju.

Kako smo već spomenuli, govoreći o srbijanskim željeznicama, god. 1851. bilo je započeto trasiranje po Srbiji od jednog engleskog društva, čije su inženjere protjerali sa svoga područja, a imali su da trasiraju prugu, koja bi povezivala Carigrad sa Zapadom. Ona bi prolazila preko Beograda i Sarajeva, a svršavala bi u Splitu ili na ušću Neretve.

Ovo je pitanje proučavalo i jedno njemačko društvo, po svoj prilici je to bio baron Hirsch, koji je kanio da gradi željeznicu Bosanski Novi — Banja Luka — Sarajevo — Sandžak — Solun i Carigrad. Borelli spominje i rimske ceste, koje su od prilike išle istim putom, u koje je vrijeme u tim predjelima cvjetala trgovina, a osobito u bogatim gradovima Solinu i Norinu na ušću Neretve, što se vidi i po ruševinama tih starih gradova.

Pisac je već tada govorio o veličini, koju bi dostigao Beograd izgradnjom te željeznice, koja bi ga napravila jednom od najvažnijih luka na Dunavu, i postao bi trgovačko središte svih bogatih krajeva na jugu Karpata. Ovaj grad postao bi prirodni slijev proizvodnje sa gornjeg i donjeg Dunava, te za proizvode iz Njemačke, Hrvatske, Mađarske, Srbije, Rumunjske i Bugarske pomoću rijeka, koje teku velikom dunavskom kotlinom, a nakon izgradnje spomenute željezničke pruge, koja bi prema Borelliu zamijenila drugo ušće Dunava na Jadranu.

Beograd je po svom položaju imao za to sve preduslove, jedino mu je nedostajala željeznica, koja bi bila u njemu skoncentrirala trgovinu i omogućila izgradnju bogatih skladišta za raznu robu.

Produženjem ove pruge prema Mađarskoj bila bi se preko Karpata povezala Poljska i Ukrajina. Borelli je tada računao, da bi spoj Beograda sa morem iznosio samo oko 42 austrijske milje ili oko 312 km. Ovo je bilo krivo, budući da zračni spoj Beograda do mora kod ušća Neretve iznosi toliko, ali ako se uzme u obzir, da se u ono vrijeme nije imalo točnih karata, može se razumjeti i opravdati ova netočnost. Željeznica zbog neophodnih razvijanja, bila bi znatno dulja.

Ova pruga bi vodila predjelima bogatim šumama i rudama, osobito ugljenom, pak je mogla da postane jedna od najvažnijih svjetskih pruga.

Godine 1861. projektirao je Englez Charles Boyd prugu, koja bi vodila iz Trsta za Rijeku i Zadar, a otud kroz cijelu Dalmaciju do Kotora, sa produženjem do Beograda, ali nije dobio dozvolu za predradnje.

Godine 1861. je trgovačka komora u Splitu u jednom svom memorandumu ponovila traženje, da se sagradi željeznička pruga iz Splita preko Livna i Sarajeva za Beograd, a to traženje je ponovio tadanji poslanik Dalmacije Bajamonti godine 1862. i 10. decembra iste godine podijeljena mu je koncesija za predradove. Ali skoro se je odustalo od ovog projekta zbog internacionalnih teškoća, jer je ta pruga prolazila preko Turske.

Dalmatinski poslanik u Bečkom parlamentu dr. Lovro Monti iznio je pitanje izgradnje pruge Split—Knin i spoja sa željeznicama u Hrvatskoj, odnosno u Mađarskoj. On je godine 1861. štampao brošuru, koja je obrazlagala to za Dalmaciju životno pitanje.

U isto vrijeme počeli su i zastupnici u Hrvatskoj, a i zagrebačka trgovačka komora da pokreću pitanje željezničke veze sa Dalmacijom. Godine 1862. održana je u Zagrebu jedna konferencija zainteresiranih krugova, na kojoj se je pretresalo pitanje željezničkog spoja Podunavlja i Posavine sa Splitom.

Iste godine dobila je trgovačka komora u Zadru dozvolu da proučava projekat željezničkog spoja Osijeka sa Zadrom. Godine 1863. povedeni su pregovori za uspostavu željezničke veze Zemuna sa Rijekom ili Novim u Hrvatskom Primorju. Tada je zadarska trgovačka komora odustala od svoje nakane, da se gradi veza Osijeka sa srednjim Jadranom, a pokrenula je drugu vezu, i to Zadra na Knin i preko Like na Ogulin ili Karlovac, koja bi odgovarala današnjoj ličkoj željeznici. Ona je imala da uspostavi vezu sa prugom Zemun—Zagreb—Novi ili Rijeka, a 20. aprila 1863. god. je predsjednik zadarske trgovačke komore predao dalmatinskom namjesniku i hrvatskom banu memorandum u tom smislu.

Trgovačka komora u Splitu, uvidjevši ogromne teškoće, koje su postojale, da bi se ostvario projekat veze Beograda preko Sarajeva sa Splitom, sastavila je 10. januara 1864. god. memorandum i predala ga dalmatinskom namjesniku, u kome je tražila vezu hrvatskih željeznica sa Dalmacijom preko Knina, a otud do Splita i do Zadra.

Koncem 60-tih godina prošlog stoljeća pojavili su se i razni drugi projekti, kao onaj grofa Sičy od Pešte preko Novog Sada kroz Vojnu Krajinu na Split, Engleza Ralph Earle za cijelu mrežu dalmatinskih željeznica, 1868. god. onaj braće Pongratz za prugu Barč — Bos. Novi — Knin — Drniš — Split i onaj Stefana Türra-a od 1869. god., koji je u jednoj spomenici zagovarao vezu Dunavskog bazena sa Jadranom iz Osijeka preko Broda za Bosnu i Dalmaciju do Splita, Šibenika i Zadra. U austrijskom zakonskom predlogu od 13. III. 1869. za udopunjenje željezničke mreže, bila je unijeta i pruga od Splita preko Knina za Sloveniju sa obrazloženjem »da je državna nužda, da se spoji Dalmacija željezničkim putem«. Ali je taj zakonski prijedlog bio povučen.

Dr. Bajamonti je sastavio jedan konzorcij za vezu Barč — Sisak — Split, sa odvojcima Ogulin — Brod Moravice — Otočac — Senj i Knin,

Šibenik i Zadar. Türr je zastupao prugu ušće Neretve — Bosna. Zadarska općina je projektirala cijelu mrežu veza dalmatinskih željeznica sa Slavonijom i Vojnom Krajinom. Još je bio projekat nekog Grčko-francuskog konzorcija, koji je bio nakanio graditi prugu iz Grčke uz obalu Jadranskog mora do Dalmacije i kroz Dalmaciju. To je bilo 1870. god.

God. 1871. je admiral Willmerstorff predložio austrijskoj vladi projekat spoja Dalmacije sa južnom željeznicom, a madžarski poslanik Pulszky je u isto doba izjavio u peštanskom parlamentu, da će Dalmacija pripasti onoj poli monarhije, koja će je prva vezati gvozdenim putem u svoju gospodarsku sferu.

Od god. 1873. do 1876. baron Mollinary, zapovjednik Vojne Krajine zastupao je projekat željeznice iz Novog Mesta u Sloveniji na Ogulin, Slunj, Gračac i Knin za Split, sa velikom upornosti, ali ni to nije pomoglo.

Zauzimanje općina i trgovačkih komora u Splitu i u Zadru, te raznih ustanova i utjecajnih ličnosti Dalmacije, a i drugih izvan nje, osobito iza svršenog rata sa Italijom, prisililo je austrijsku vladu, da uvidi korist od ove veze i po samu državu. Poradi toga su započeti god. 1866. radovi oko proučavanja željezničkog spoja sa državnom željezničkom mrežom. Ovi radovi su se otegli do god. 1872., a u decembru iste godine predložen je zakon, koji je usvojen 1. aprila 1873. god. u bečkom parlamentu. Zakon je glasio: »... za izgradnju što moguće kraćeg željezničkog puta, koji će spajati jednu od najjužnijih točaka Hrvatskih željeznica sa važnim dalmatinskim lukama, osobito sa Splitom«. Taj zakon je bio i sankcioniran 30. aprila 1873. god. i oglašen u državnom zborniku zakona br. 80 iste god. Čl. 1. ovoga zakona glasi: »Ovlašćuje se vlada, da izvede željeznički spoj sa prugom na parni pogon iz Splita preko Perkovića i Drniša do Knina, kao i otud preko Očestova do dalmatinsko-hrvatske granice između Pešića i Pribudića, sa odvojcima iz Perkovića u Šibenik i iz Očestova za Zadar preko Benkovca, a to podijeljenjem koncesije, pridržavajući se odredaba u ovom zakonu.

Koncesija se ima podijeliti tek onda, kada spoj ove glavne pruge sa mađarsko-hrvatskom željezničkom mrežom bude osiguran ugovorom sa madžarskom vladom«.

Za ovu prugu država je jamčila 47.300 for. po milji[1] godišnjeg prihoda i tražilo se, da kurs emisije ne bude manji od 85%.

U obrazloženju tog zakona izneseni su mnogi argumenti, koji su govorili njemu u prilog, da za onoga, koji zna, kako se je austrijska vlada malo zauzimala za njegovo izvršenje, sve se to čini kao ironija. Tu se među ostalim kaže: »Spoj luka Splita, Šibenika, Zadra i Trogira sa zaleđem i njihovo osposobljenje za tuzemnu trgovinu, ima se smatrati posljedicom jedne u prvom redu državne misli. Njezino

[1] Jedna austrijska milja = 7585.94 m.

ostvarenje to je preče, što imamo u inostranstvu takvih primjera, preko kojih ne smijemo proći, a da sami sebi ne škodimo. Osobito Italija sa zavidnom upornošću i požrtvovnošću ne štedi financijska sredstva da spoji vlastite luke željezničkim putom sa zaleđem. Kada bismo na tom putu zastali, bilo bi to od sudbonosnih trgovačko-političkih posljedica za položaj države«.

Uza sve to zakon od 1873. god. nije se ostvario. Kod toga se Austrija uvijek izgovarala na Mađarsku, koja je unatoč tome što je bila pristala na građenje te željeznice, bila ipak uvijek tome protivna. Ali činjenica je, da se za to ni Austrija nije nikad ozbiljno založila.

Zbog slabe žetve god. 1873. zavladala je u Dalmaciji glad. Vlada je bila prinuđena da pomogne pučanstvu, pak je 11. II. 1874. god. u parlamentu predložen zakon za izgradnju pruge Split — Siverić sa ogrankom od Perkovića do Šibenika, koji je zakon prihvaćen 1. V. 1874. god. Ta se pruga počela da gradi. Otvorenje je uslijedilo 4. X. 1877. Trasa je položena sa velikom štednjom i loše, uz neprestane jake uspone do 25‰ i protupadove. To je bila dobačena kost gladnom narodu, a ta nam je pruga samo na teretu, pak je treba nadomjestiti drugom povoljnijom prugom, sa blagim usponima bez izgubljenih padova. Takva studija postoji. I oprema je bila vrlo jednostavna. U djelu »Geschichte d. Eisenbahnen d. Öst.-Ung. Monar.« piše: »Kao posljednji željeznički put po zakonu od 10. II. 1874. god., koji je određivao izgradnju najnužnijih austrijskih željeznica, treba napomenuti početak građenja željeznica u Damaciji. Premda u maloj razmjeri naprema velikim osnovama, ipak zaslužuje spomena, budući da je dotada Dalmacija bila jedina pokrajina A.-U., koja nije imala željeznice«.

God. 1878. nastupila je okupacija Bosne i Hercegovine, a i Dalmacija je uvedena u austrijsko carinsko područje. Ova dva događaja su pridonijela, da se opet pokrene željezničko pitanje, ali sa jednom važnom promjenom. Budući je Bosna ranije bila pod Turskom, spoj sa hrvatskom željezničkom mrežom mogao se sprovesti, zbog protivljenja Turske, samo preko Like na Ogulin ili Karlovac, dok je sada mogao ići dolinom Butišnice i Une do Bos. Novog na Sunju.

Trgovačke komore Splita i Zadra sastavile su ponovno jedan memorandum, u kom su tražile, da se gradi Unska pruga i predale su ga god. 1879. ministru trgovine u Beču.

Na sjednici bečkog parlamenta od 1. VI. 1881 primljena je rezolucija, kojom se pozivlje vlada, da poradi oko toga spoja i n e t o m p o s t i g n e s p o r a z u m s a m a d ž a r s k o m i b o s a n s k o m v l a d o m, neka podastre odnosne prijedloge parlamentu. U izvješću uz tu rezoluciju od 26. V. 1881. god. napominje se, »da je projekat Unskom dolinom priznat od stručnjaka kao najbolji, najlakši i najkraći, prema tome dolazi pred onaj preko Ogulina, koji je mogao važiti samo, dok je Bosna bila u turskim rukama, i da bi taj spoj bio od velike koristi ne samo za Dalmaciju i sjever, već i za Bosnu, koja bi banjalučkom željeznicom, dotično njezinim produženjem preko Jajca i Travnika, i priključkom u Bosanskom Novom dobila izlaz na more«.

I sama se je vlada bila založila za taj projekat, kad je 1883. god. predložila zakon, da se gradi pruga Siverić — Knin, a potkrijepila ga je time, da je to jedan dio Unske pruge, nužno potrebne u interesu vojne uprave. Osim toga u prilog te pruge govori i rezultat provedenih tehničkih studija, kao i saobraćajno-politički obziri. Sva nastojanja vlade i pregovori sa zajedničkim ministrom financija nisu doveli do pozitivnog rezultata, uza sva nastojanja i priznanja mjerodavnih faktora, da je ta pruga od velikog interesa i za državu i za okupaciono područje. U istom smislu se je izjavio i parlamentarni odbor u svom izvješću za produženje dalmatinske pruge od Siverića do Knina, u kome se iz razloga državnih interesa preporuča izgradnja spoja Knin — Bos. Novi.

Od tog doba ovo pitanje nije nikad skinuto sa dnevnog reda. Uza sve napore Dalmacije, da tu vezu dobije, niti poslije sloma A. U., u predratnoj Jugoslaviji, nije bilo pravog shvaćanja, nije se ništa ozbiljnijega poduzimalo, niti je bilo prave volje da se taj najkraći, najjeftiniji i tehnički najopravdaniji spoj naše željezničke mreže sa morem ostvari. Jugoslavija nije imala izlaza u vlastitim lukama, a jedino se ovaj mogao da izvede u kratkom roku, ali se ni taj razlog nije htio uvažiti.

Počelo se gradnjom tek 1936. god., 18 godina nakon postojanja bivše Jugoslavije, ali je drugi svjetski rat onemogućio dovršenje ove toliko važne pruge. Naše narodne vlasti nakon Oslobođenja 1946. god. produžile su rad, a u planu je bilo, da pruga bude gotova 1948. godine kada je i dovršena.

Svi ostali spojevi, ma koliku važnost oni imali, a vode na srednji ili južni Jadran, nisu mogli da se u kraćem roku provedu, Rijeka je pako do Oslobođenja 1945. god. bila u tuđim rukama. Sušak nije mogao da udovolji potrebama države kao izvozno-uvozna luka i trebalo je, da se ona napravi u srednjem Jadranu.

Zakonom od 5. VI. 1883. god. odlučena je izgradnja pruge Siverić—Knin, kao državne pruge. Ona je bila duga 19.7 km, a stajala je 1,626.474 for ili 82.563 for po km. I ona je sagrađena velikom štednjom.

Od god. 1883. dalje neprestano su općine i ostale korporacije iz Dalmacije pravile predstavke na parlament u Beču i na Dalmatinski sabor, angažirale su se za to pitanje vojničke i druge utjecajne ličnosti, ali sve se je razbijalo o otpor Madžara, najviše zato, što sa austrijske strane nije bilo odlučnog pritiska i iskrenog zauzimanja.

Na sva gornja navaljivanja god. 1883. primljen je u carevinskom vijeću u Beču zaključak, kojim se ovlašćuje vlada da stupi u pregovore sa madžarskom vladom zbog građenja Unske pruge. Unatoč podrške, koju je ovom traženju davala vojska, ugarska vlada nije htjela da dade svoj pristanak.

U austrijskoj delegaciji 1882. god., pak 1886. god. traženo je ponovo da se započne sa građenjem Unske pruge, ili barem one Ličke, ali se ni tada

nije uspjelo slomiti otpor Madžara. Kad su predstavnici Dalmacije uvidjeli, da uza svu podršku od strane vojnih krugova ne će uspjeti sa Unskom prugom, pristali su na građenje Ličke, samo da dobiju bilo kakvu vezu sa sjeverom.

10. X. 1897. god. sastavljen je između obje vlade u Pešti zapisnik o željezničkoj vezi sa Dalmacijom, a kao protuuslugu Madžarima preuzela je austrijska vlada obavezu zbog povećanja moćnosti na austrijskom dijelu pruge Košice—Bohumin (Oderberg). Mađarska je tražila, da se na tom dijelu pruge položi drugi kolosijek, i da se proširе stanice, na tom za Mađarsku vrlo važnom spoju sa Njemačkom. U čl. III. stav. 2. utanačen je junktim između dvije vlade u gornjem smislu, i smatralo se, da je time nakon svih natezanja osigurana veza sa Dalmacijom. Nego, kada je početkom 1908. došlo vrijeme, da se Lička pruga gradi, predložila je mađarska vlada, da se mjesto Ličke gradi Unska, koja da je u gospodarskom pogledu povoljnija, a osim toga i jeftinija od Ličke. Austrijska vlada bila je pripravna da na to pristane, ali je to iziskivalo nove studije, a i vremena. Kroz to su nastupile teškoće sa hrvatskom vladom u Zagrebu (sa Hrvatsko-srpskom koalicijom), zbog čega se ovo pitanje opet oteglo. Osim toga je madžarska vlada opet zaplela to pitanje izjavom, da iz državno-pravnih razloga ne može da o svom trošku gradi željeznice na teritoriju Bosne i da će zbog toga graditi Ličku, a ne unsku prugu.

Iza takva postupka je u 44. zasjedanju Austrijske delegacije od 11. XI. 1910. god. delegat Dalmacije dr. Baljak izjavio: »Ne ostvaruje se posljednji od mnogih projekata, da bude zamijenjen drugim boljim, dok ne dođe na njega red da doživi istu sudbinu i tako u beskonačnost . . . Mi ne tražimo najbolju, pa ni bolju željeznicu, a ni dobru, već tražimo da već jednom dobijemo jednu željeznicu«.

Kada je austrijska vlada 1911. god. zatražila od mađarske vlade privolu za uvoz smrznutog argentinskog mesa, ova je na to pristala uz uvjet, da Austrija osposobi prugu Košice — Bohumin (Oderberg) za jači saobraćaj suglasno utanačenju od 1907. god., ali bez protuobaveze, da gradi Ličku prugu. Ta nova ucjena izazvala je pravi revolt u Carevinskom vijeću u Beču, a osobito kod jugoslavenskih zastupnika. Dr. Ivčević i Biankini održali su u jeseni 1911. god. oštre govore u parlamentu, a tako i delegati Mandić, Tresić-Pavičić i Nijemac Gessmann u Austrijskoj delegaciji. Ovo je ponukalo austrijsku vladu na energičan istup u Pešti, kojemu se je pridružila i vojska sa zahtjevom, da se već jednom uspostavi veza sa dalmatinskim lukama. Nato je napokon mađarska vlada izjavila, da će započeti sa građenjem Ličke pruge.

Ustanovilo se, da ni to nije bila pobjeda austrijske vlade, budući da je mađarska vlada bila to već zaključila pod pritiskom vojnih krugova. Tu koncesiju iskoristio je tadanji ministar predsjednik Wekerle u pregovorima sa Hrvatsko-srpskom koalicijom, kako bi je prinukao da bude popustljivija u svojim zahtjevima političke naravi.

Tako je 5. III. 1912. god. zaključen ugovor između MAV-a i skupine madžarskih banaka za građenje Ličke željeznice od Ogulina do hrvatsko-dalmatinske granice kod Pribudića, sjeverozapadno od Knina. Lička pruga do te granice računalo se da je duga 215 km, a bila je predata u rad paušalno za 120,000.000 zlat. kruna, ili po 571.300 kruna od km. Taj je iznos bio pretjeran, što je izazvalo veliku buru u madžarskom parlamentu, tako da je bio reduciran na 97,500.000 kruna, ili za 14%. Građenje je moralo biti gotovo u roku od 6 i pol godina od dana odobrenja pogodbe. Pruga je odmah na terenu obilježena i napravljene su detaljne snimke, a preko zime i detaljni izvedbeni projekat. Na proljeće 1913. god. započeto je građenje. Ljeti 1914. god. radilo je na njoj do 14.000 radnika. Radovi na dijelu od Knina do dalmatinske granice u dužini od 21 km započeti su u aprilu 1914. god. Prema ugovoru od 1912. god. imala se pruga od Ogulina do Plaškoga dovršiti do 19. IV. 1915. god., do Vrhovina do 19. X. 1917. god., do Gospića do 19. V. 1918. god., a do dalmatinske granice do 19. X. 1918. god. Uz prugu građen je i vodovod za opskrbu željeznice i pučanstva uz prugu vodom.

Svjetski rat, koji je započeo koncem jula 1914. god., usporio je napredak radova na pruzi, ali rad nije prekidan, jer je vojska imala velikog interesa na dovršenju pruge.

Radovi su zapinjali. Rat, nestašica radnika, pad austrijske krune i zbog toga poskupljenje nadnica, materijala i sl. bili su tome razlog.

Unatoč tome vojne vlasti su zahtijevale dovršenje Ličke pruge, te su austrijska i madžarska vlada u septembru 1917. god. uglavile sa preduzimačima novu pogodbu i utvrdile sve potrebno za intenzivniji rad. Ugovoreno je bilo, da će se rad nastaviti svim raspoloživim sredstvima, i da će vojnički vlakovi moći saobraćati do Vrhovina za 70 radnih dana, a do Dalmatinske granice za 320 radnih dana, računajući od dana novo sklopljenog ugovora, t. j. od 31. X. 1917. god. Odbivši blagdane i dane, u koje se zbog nevremena ne će moći raditi, računalo se, da će pruga do Vrhovina biti sposobna za propuštanje vojnih vozova početkom juna 1918. god., a do dalmatinske granice početkom juna 1919. god. Prvi rok do Vrhovina bio je održan, radilo je do 11.000 radnika i zarobljenika, dok drugi nije, jer je koncem oktobra 1918. god. došlo do sloma A.-U. Sve se razbježalo.

Nekolicina naših vrijednih inženjera nastojali su da produže radovima, ali nisu naišli na razumijevanje nadležnih u Beogradu, pak su radovi od Gospića dalje obustavljeni u proljeće 1920. god.

Do novembra 1918. god. bilo je od madžarsko-austrijske uprave za prugu Ogulin—Knin potrošeno preko 165,000.000 kruna i sagrađeno: od Ogulina do Blata, dužine 37 km, pruga je bila potpuno gotova. Od Blata do Vrhovina, dužine 31 km, saobraćali su vozovi od 12. VI. 1918. god. uz ograničenja. Od Vrhovina do Gospića dužine 48 km, ili na svega 118 km bio je položen kolosijek, premda je još falilo mnogo radova na usjecima, a osobito na pošljunčenju posteljice. Sigurnosni uređaji nedostajali su po-

svema. Na dijelu Gospić—Gračac, dužine 44 km, falilo je još oko 20% radova, a od Gračaca do Knina u dužini od 64 km nedostajalo je još oko 50% radova.

Pruga je dovršena 1925. god. i na nju je utrošeno 177,646.000 Din i to: od Vrhovina do Gračaca 19,160.000 Din, a od Gračaca do Knina 158,486.000 Din, što daje 177,646.000 Din, i time je Lička pruga bila dovršena, a predata je saobraćaju 25. jula 1925. god., kada je Likom do Knina projurila lokomotiva.

Iako je ova pruga povezala Liku sa sušačkom prugom sa jedne i sa Splitom sa druge strane, ona je donijela Dalmaciji malu korist, jer je loše položena. Ona prelazi dvije visoke vododijelnice, kod Rudopolja od 876 m a kod Malovana od 790 m, uz jake uspone i protupadove do 18 + 4 = 22‰, sa mnogim oštrim krivinama i protukrivinama od $R = 250$ m.

Kazano je ranije, da su se Madžari i ovakvoj željeznici opirali na sve moguće načine, sve dok god su mogli. Kad je napokon poslije svih odugovlačenja i smicalica bilo odlučeno, da će se pruga graditi, interpelirao je jedan poslanik u madžarskom parlamentu, da li je istina i kako se opravdava da Madžari doprinose tolike financijske žrtve za jednu prugu, od koje će »njihova« luka Rijeka imati štete. Na to je bivši madžarski ministar predsjednik Wekerle odgovorio, da je istina, da će se pruga morati graditi na zahtjev vojske, ali će biti tako položena, da ne će moći naškoditi Rijeci. Druge svjedodžbe Lička pruga ne treba.

Druga veza, koju je Dalmacija uporno tražila, a ni do danas je nije dobila, je pruga prema istoku, koja bi je povezivala sa njezinim prirodnim zaleđem Bosnom, od Splita preko Aržana na Bugojno, gdje bi se povezala prema Travniku — Lašvi — Sarajevu — Tuzli i Brodu, kao i prema Banja Luci. O ovoj pruzi bit će odmah govora u narednom poglavlju. U vezi s ovom prugom dobila je Dalmacija drugu krnj-željeznicu Split—Sinj.

ŽELJEZNICE U BOSNI I HERCEGOVINI

Prva i jedina željeznica normalnog kolosijeka 1,435 m, koja je još za turske vladavine sagrađena u Bosni, bila je ona, koja je povezivala Bos. Novi sa Banja Lukom, dužine 87 km, a predata je javnom saobraćaju 1872. god.

Već god. 1869. austrijski industrijalac baron Hirsch predložio je Porti u Carigradu, da će joj sagraditi željeznicu, koja bi povezivala Carigrad i Dedeagač sa Srednjom Evropom. Druga linija imala je da vodi od Soluna preko Mitrovice — Skoplja — Sarajeva — Jajca i Banja Luke do granice u Bos. Novom, otkuda bi produživala prema Zagrebu, Štajerskoj i Aspangu za Beč. Porta se je suglasila s tim prijedlogom i zaključila s njegovim društvom građenje željezničkih pruga u iznosu od 150,000.000 franaka uz paušalnu cijenu od 200.000 fr. po 1 km. Baron Hirsch je počeo da gradi najlakše dijelove ove pruge u ravnici i koji su bili lako pristupačni. Usto

je zaobilazeći sve teškoće građenje pojeftinio, a prugu nepotrebno produživao, da bi broj km bio veći i da bi gradio u laganom terenu. Tako je sagradio dio pruge od Bos. Novog do Banja Luke, ali dalje uz Vrbas prema Jajcu, gdje je teren bio težak, nije niti počeo da radi. Sagradio je također na isti način i prugu od Kosovske Mitrovice do Skoplja. I ta je pruga građena u poplavnom području u niskom nasipu, te je bivala često pod vodom. Saobraćaj, koji je 1872. god. bio otvoren na banjalučkoj pruzi, nije bio redovit, vozovi su išli prema potrebi, a najavljivali su ih pučanstvu dan ranije telali po selima, da se pripremi onaj koji kani da putuje.

Ali 1875. god. bio na toj prvoj i jedinoj bosanskoj željeznici i takav saobraćaj obustavljen.

Govoreći o dalmatinskim željeznicama jedva smo napomenuli južnodalmatinske pruge, jer su ove usko povezane sa prugama u Bosni i Hercegovini, a saobraćaj na njima je vodila direkcija u Sarajevu, pak ćemo o njima kasnije govoriti.

Od 1869. počelo se je raspravljati o gvozdenom putu iz Evrope preko Balkana na Istok. Baron Hirsch i njegov konzorcij nastojali su da povežu željezničkim putem Solun, Dedeagač i Carigrad sa Srednjom Evropom. To je željela i turska vlada i ona je pomagala taj pothvat. Kako je ranije spomenuto, jedna je pruga imala da vodi od Soluna preko Kos. Mitrovice—Skoplja—Sarajeva—Jajca i Banja Luke do Bos. Novog, a otud preko Zagreba, istočne Štajerske i Aspanga do Beča. 1872. god. sagrađena je normalna pruga Bos. Novi — Banjaluka duga 87 km. Tvrdilo se, da je baron Hirsch i njegova kompanija kanio za prije spomenutu prugu pridržati 250,000.000 Fr. od 400,000.000 Fr. društvenog kapitala, a mogla se je ona sagraditi za samih oko 150,000.000 Fr. Svaki stručnjak, koji pozna prugu od Bos. Novoga do Banjaluke morao je opaziti, da, premda ona vodi po ravnici, ipak na mnogim mjestima vijuga da bude dulja i da se njezinim polaganjem u terenu izbjegavaju svi veći radovi, a tako bi se bili sagradili i ostali dijelovi pruge.

Po okupaciji Bosne i Hercegovine 1878. god. a.-u. ministarstvo rata je uspostavilo prugu od Prijedora do Banja Luke i 1. XII 1878. god. bio je na njoj ponovno otvoren saobraćaj. Odmah se požurilo sa građenjem njezina produženja do Dobrljina dugog 26 km zbog spoja preko Volinje i Kostajnice sa Sunjom do Siska, da dobije vezu sa hrvatskim željeznicama u Sunji. 24. marta 1879. god. otvorena je pruga od Banja Luke do Dobrljina duga 104.3 km. Ona je do god. 1913. bila vojna željeznica, kada je prema utanačenju s bosanskom vladom postala zemaljska željeznica, ali je i dalje upravu vodila vojska sve do sloma A. U.

Pravi početak bosansko-hercegovačkih željeznica računa se od okupacije 1878. god., kada je položena prva poljska željeznica kolosijeka 0,76 m, za prijevoz materijala za nasip preko močvara na desnoj obali Save kod Broda. Taj nasip je produživan prema jugu, a zadržan je dalje isti kolosijek. Tvrdi se, da je glavni razlog za tu širinu kolosijeka bio, što je vojna uprava

otkupila dvije lokomotive poljske željeznice, koje su prevozile materijal za taj nasip. Izbor širine kolosijeka od 0,76 m bila je jedna sudbonosna pogreška, koja će nam i u buduće zadavati mnogo brige. Iako se iz razloga štednje nije htjelo primijeniti normalni kolosijek, bilo bi mnogo bolje, da se je odabrao kolosijek od 1,0 m. Ovakva pruga zadržala bi sve prednosti uzanog kolosijeka, što se tiče lakšeg prilagođivanja terenu kao i jeftinijeg građenja, a bila bi zbog nešto šireg kolosijeka mnogo stabilnija i moćnija od sagrađenog kolosijeka 0,76 m. Ovime ne tvrdimo da bosanske željeznice nisu dosada potpuno odgovorile potrebama za svlađivanje saobraćaja u Bosni i Hercegovini, jedino kolosijek od 1 m bio bi bolji.

Produženje te poljske željeznice brzo je napređovalo. U aprilu 1879. god. dostigla je pruga Žepče, a u julu iste godine Zenicu u dužini od 185.8 km. God. 1881. donijela je Austro-Ugarska zakon za produženje ove pruge do Sarajeva, i ona je bila otvorena već 5. X. 1882. god., a od Broda do Sarajeva bilo je 265 km dužine.

Poslije ove pruge došla je na red ona iz Sarajeva do Metkovića, koja je vododijelnicu na Ivan Planini prelazila u tunelu od 848.5 m i visini od 877 m. Usponi sa obje strane vododijelnice bili su jako veliki, nisu se mogli svladati adhezionom prugom i morala se je primijeniti zupčanica. Jedna zupčanica je prelazila sporednu vododijelnicu između Pazarića i Tarčina, dugu 3722 m, u maksimalnom usponu i padu od 35‰. Ova je izbačena 1935. god. Druga zupčanica je ugrađena između Raštelice i Konjica (Podorašca), a duga je 15.222 m sa maksimalnim nagibom u oba pravca do 60‰. Sa sarajevske strane zupčanica je izbačena god. 1935., dok je ona na rampi u pravcu mora, sa južne strane Ivana, i dalje ostala.

Ova pruga započela se graditi od Metkovića prema Sarajevu. Od Metkovića do Mostara u dužini 42.4 km predata je saobraćaju 14. VI. 1885. god., do Ostrošca 22. VIII. 1888. god., od Ostrošca do Konjica 10. XI. 1889. god., a do Sarajeva 1. VIII. 1891. god.

Tom prugom dobila je Bosna izlaz na more, ali vrlo nepodesan, jer Metković leži na rijeci Neretvi 20 km uzvodno od ušća. Neretva zamuljuje, a tako i njezino ušće i veći parobrodi ne mogu da njome plove.

26. IV. 1886. god. predata je saobraćaju pruga od Doboja dolinom Spreče do Tuzle i Siminhana dužine 66.7 km. Time su pripojeni željeznici ugljenici Bosne kod Bukinja i Kreke i nalazišta soli od Kreke do Siminhana, a razvila se je i industrija amonijačke sode i špirita.

Odmah nakon dovršenja pruge od Broda do Sarajeva, u cilju eksploatiranja Bosne pojavila se namisao spoja do Travnika uz rijeku Lašvu i dalje do Jajca i Banja Luke, zbog veze preko Hrvatske sa Austrijom. Ali budući da je ta željeznica bila u interesu austrijske pole monarhije, Madžari su joj se usprotivili, a Austrija kao obično, nije imala volje, a niti snage da tu svoju želju provede. Mjesto da se ta pruga sagradi, pristupilo se je izgradnji pruge Sarajevo—Metković, kojom je dobivena veza sjever—jug kroz Bosnu i Hercegovinu, a kasnije do Dubrovnika i do Boke Kotorske, o kojoj će biti govora nešto kasnije.

Pruga Lašva—Travnik, dužine 30 km, otvorena je 26. X. 1893., do Bugojna 14. X. 1894. god. Od Lašve do Bugojna ima svega 71 km, a odvojak Donji Vakuf — Jajce, dužine 33,6 km, otvoren je 1. V. 1895. god.

I na toj pruzi je umetnuta zupčanica dužine 6260 m, sa maksimalnim usponom do 45‰ preko Komara, kroz koji je probijen tunel od 1362 m sa vododijelnom kotom od 777 m.

Nakon što se uvidjelo, da Metković ne odgovara kao luka, a da bi se izbjegao teritorij Dalmacije, iskrsla je namisao, da se pruga provede do Kleka, t. j. do luke Neum, gdje hercegovački teritorij dopire do mora, ali se od toga odustalo iz političko-vojnih razloga. Luka u Neumu je zaklonjena, duboka i prostrana, ali je okružena strmim krečnjačkim padinama, nepodesnim za smještaj i izgradnju operativnih obala, kejova, stovarišta i lučkih uređaja. Usto su vojni krugovi zahtijevali povezivanje željeznicom ratne luke u Boki Kotorskoj sa sjeverom, a tako i prugu do u blizinu crnogorske granice. Da bi se udovoljilo tome zahtjevu, mjerodavni su krugovi odlučili da sagrade željeznički spoj Gabela—Zelenika sa odvojcima od Huma do Trebinja i od Uskoplja do Gruža (luka za Dubrovnik). Gabela—Uskoplje ima dužinu 93 km, Hum—Trebinje 16,7 km, Uskoplje — Gruž 16,5 km, a Uskoplje — Zelenika 53,4 km. Ove pruge su predate saobraćaju 16. i 17. VII. 1901. god. uz veliko službeno slavlje, unatoč tome što tu prugu narod nije nikada tražio. Ona je imala za cilj, da omogući razmještaj trupa uz crnogorsku granicu, što je bilo tuđe narodnim osjećajima, dok privredne važnosti nije imala nikakve.

Umjesto spojeva srednje Dalmacije s Evropom i s prirodnim njezinim zaleđem Bosnom, sagrađena je u južnoj Dalmaciji ova željeznica, koja nije bila od koristi narodu, a tako niti Gružu, a ni Boki Kotorskoj, jer je njome put bio zaobilazan i predug, a usponi su bili suviše veliki. Ovo je bio tobožnji izlaz Bosne na more, za koji je ona morala da plati 22,000.000 zlatnih kruna ili 135.000 kruna po km. Austrija je snosila troškove za prugu na dalmatinskom teritoriju, u dužini od 59 km.

Kako se onda gradilo, i koji su razlozi odlučivali, kuda će pruga ići, neka posluži ovo: Kanonik Crnica župnik u Grudi, veliki austrofil i bivši kapelan na bečkom dvoru, zauzeo se je da pruga prođe Konavljem. Mjesto da se spoji izravno stanica Glavska, na koti 495 m, sa sedlom kod Nagumanca, na koti 185 m, sa 20 km pruge i padom od 16—17‰, napravljen je kod Mihanića zaokretajni tunel, sašlo se do Zvekovice (željeznika stanica za Cavtat) sa 26,5‰, na kotu 125 m, i padalo se dalje do Grude do kote 80 m, pak se pruga opet popela do Nagumanca na kotu 185 m i sagrađena je 19 km dulja nepovoljnija pruga, t. j. 38,5 km mjesto 20 km.

Radi vojnih obzira i tobožnje sigurnosti pruge, nije se pošlo iz Gruža do Dubrovnika, pak preko Kupara i Župskih Mlinova u Cavtat i u Konavlje, već se je išlo do Uskoplja, a otud preko Glavske i Mihanića, čime se je i ovaj dio pruge mnogo produžio i za eksploataciju temeljito pokvario. Izravna pruga Gruž—Cavtat bila bi duga oko 18 km i ostala bi skoro

horizontalna, dok je ova sagrađena između te dvije stanice preko Uskoplja duga 48,5 km, a penje se sa 26,5‰ do kote 495 m.

Nakon izgradnje ove pruge 1901. god. ponovno su predstavnici Dalmacije tražili u carevinskom vijeću u Beču spoj Dalmacije sa hrvatskim željeznicama, kao i prugu Banja Luka — Jajce — Bugojno — Aržano — Split, a u najmanju ruku produženje travničke pruge do Bugojna preko Aržana za Split. S druge strane tražila je Madžarska izgradnju pruge Šamac — Doboj, da dobije kraći spoj Pešte sa Sarajevom.

Tek sada je ova veza ostvarena Omladinskom prugom predatom saobraćaju 1. VII. 1947. god.

Oba ova zahtjeva Dalmacije ostala su tada neuvažena, a data je prednost »istočnoj pruzi« od Sarajeva na Uvac i Vardište, koju je zahtijevala vojska zbog tobožnje sigurnosti istočne granice.

U austrijskom zakonu za izgradnju te pruge od 8. VI. 1902., stoji odredba »da će neposredno, nakon dovršenja ove pruge, biti uzeta u rad pruga Bugojno — Aržano i Šamac — Doboj, za koje će se zakoni istodobno podnijeti«.

Ova »istočna pruga«, penje se iz Sarajeva na koti 530 m, sa 18‰ do kote 946 m kod Stambulčića. To je ujedno najviša kota, do koje dopiru željeznice u Jugoslaviji. Kroz Stambulčić se probija u tunelu od 1517.5 m dužine, otuda pada do kote 315 m kod račvanja na Drini kod Međeđe u km 99. Pruga Sarajevo—Uvac je duga 137.6 km, a odvojak Međeđa—Vardište je dug 31.5 km. Na ovoj pruzi ima ravno 100 tunela. Pruga je provedena kroz teške klisure romantičnog kraja, vrlo je lijepa i solidno građena. Najmanji upotrebljeni poluprečnik iznosi 200 m, ali je zato stajala oko 450.000 zlatnih kruna po km, ili ukupno 75,000.000 zl. kruna, koji se je teret prebacio na Bosnu i Hercegovinu. Pruga je predata saobraćaju 1. VIII. 1906. g.

Ovaj iznos je i previše velik za jednu uzanu prugu, zbog čega je u madžarskoj delegaciji podnijeta interpelacija, na koju je zajednički ministar Kalaj odgovorio jednu neistinu, t. j. da je pruga građena kao normalna s obzirom na njezinu veću moćnost u pogledu istočne granice i da će biti dovoljno proširiti kolosijek na normalni, pak će se dobiti normalna pruga. Osim poluprečnika od *Rmin* = 200 m na njoj, koji bi za nuždu mogli odgovarati i za normalnu prugu, sve ostalo, kao planum, tuneli, galerije, objekti i zidovi, građeni su za uzanu prugu, pak bi se za normalnu moralo sve pregrađivati, ali to političari, ni onda ni kasnije, nisu razumijevali i zadovoljili su se tim netočnim odgovorom.

Osim toga izgrađeno je nekoliko manjih lokalnih željeznica u Bosni kao: Ilidža—Banja-Ilidža 1.3 km, otvorena 28. VI. 1892. god., Karanovac — Gračanica dužine 6 km, otvorena 1. I. 1898. god., Sarajevska gradska željeznica, dužine 3 km, otvorena 1884. god., pak rudarska željeznica Semizovac—Čevljanovići—Ivančići, dužine 24.1 km, otvorena 1885. god. i Podlugovi—Vareš, dužine 25 km, otvorena 1895. god. Usto razni industrijski i privozni kolosijeci, te mnoge šumske željeznice, među njima neke dosta solidno građene kao Usora — Pribinić dužine 40 km, Krivajska željeznica duga 114 km, a tako i Šipadove (Steinbajsove) željeznice, na kojima se vrši javni saobraćaj.

Koncem 1906. god. bilo je u Bosni i Hercegovini svega 915.5 km željeznica državnih (osim južno-dalmatinskih), uz to Podlugovi—Vareš dužine 24.7 km i šumskih željeznica 517.6 km, koje su bile posebno upravljane.

Od 1906. do 1914. god. imao se je izvesti veliki građevni program, koji se je zapravo sastojao u uzajamnom nadmudrivanju i izigravanju Austrije i Madžarske, a račun je plaćala Bosna i Hercegovina, dotično interesi našega naroda.

Kako je već napomenuto, nakon dovršenja istočne pruge imalo se je, po zakonu od 1902. god., odmah pristupiti izgradnji pruge Bugojno — Aržano i Šamac — Doboj i namaknuti odnosna sredstva za građenje.

Bosanske željeznice su se izgrađivale u zadnje vrijeme po jednom stanovitom planu, ali osim glavne pruge Brod — Sarajevo i Sarajevo — Gruž—Zelenika, one su uglavnom sačinjavale jedan sistem »Krnj«-željeznica, bez ikakve veze sa susjednim pokrajinama Hrvatskom i Dalmacijom i njihovim srednjim i sjevernim jadranskim lukama, a da se o vezi sa Srbijom i ne govori.

Madžari su nastojali, da novom normalnom prugom Šamac — Doboj i produženjem do Sarajeva i Mostara zadru što dublje u Bosnu i Hercegovinu, time povežu cijeli taj sistem na njihovu mrežu i da dobiju prednost nad svim ostalim eventualnim spojevima, koji bi se mogli da izgrade, a za koje su oni vodili dovoljno brige da se ne izgrade.

Spomenutom prugom oni su željeli, da skoro cijelu trgovinu Bosne i Hercegovine privuku u svoju interesnu sferu.

Austrija je tražila:

a) vezu Splita sa prirodnim zaleđem Dalmacije, Bosnom, t. j. građenje pruge Bugojno — Aržano, koja se je u Dugopolju imala da poveže na prugu Split — Sinj, predatu saobraćaju ljeti 1903. god.

b) vezu Splita u sjevernom pravcu unskom prugom, pak preko Hrvatske s austrijskom željezničkom mrežom, a ukoliko to ne bude moguće unskom prugom, onda barem ličkom prugom, i

c) izgradnju pruge od Banja Luke do Jajca zbog povezivanja srednje Bosne s austrijskim željeznicama preko Hrvatske.

Dok se Austrija nije protivila spoju Šamac — Doboj, dotle je Madžarska radila na sve moguće načine, da se austrijski zahtjevi ne provedu. Unatoč tome što su austrijska vlada i zajednički ministar financija potpuno priznavali opravdanost tih zahtjeva, ipak nisu imali snage, da te svoje zahtjeve provedu, a da već jednom dođe do izgradnje tih pruga. God. 1902. bila je, kako je već napomenuto, ozakonjena izgradnja pruga Bugojno — Aržano i Šamac — Doboj, ali sredstva nisu bila osigurana. Budući da

se Austrija i Madžarska u tome nisu mogle složiti, ni ovog puta nije se pristupilo građenju.

Kad se je u Dalmaciji uvidjelo, na koji se način izigravaju njeni najvitalniji interesi, nastalo je takovo raspoloženje, da je dalmatinski sabor otklonio primanje nekih zakonskih prijedloga, među kojima onaj o ličnom porezu na dohodak, a pučanstvo je listom ustalo protiv takve državne politike.

O energičnom istupu dalamatinskih poslanika, o »junktimu« od 1902. god., kao i o ucjeni Madžara prilikom traženja suglasnosti za uvoz argentinskog mesa bilo je govora na str. 132.

Ranije je spomenuto, da kada se je 1908. imalo pristupiti izvršenju utanačenja između dvije vlade, madžarska se je vlada izjavila pripravnom, da će dozvoliti izgradnju Unske pruge, jer je ova kraća, jeftinija i ekonomski opravdanija, na što je austrijska vlada pristala, možda ni ne sluteći, da je to samo jedna nova smicalica madžarske vlade.

Počele su opet duge studije i pregovori, dok oktobra 1911. god. nisu Madžari izjavili, da oni iz državno-pravnih razloga ne mogu da snose trošak za jednu prugu u Bosni, u kojoj bi i Austrija imala svoju riječ, i da će zbog toga radije graditi Ličku, a ne Unsku prugu. Pravi je razlog bio, da osujete tu najbolju vezu naših luka u srednjem Jadranu, koliko sa Hrvatskom toliko i s Bosnom.

O željeznici kroz Sandžak, kao produženju pruge barona Hirscha Bos. Novi — Banja Luka — Sarajevo — Mitrovica, govoreno je kod srbijanskih željeznica. Ali ova željeznička pruga nije bila ekonomski opravdana, jer je bila za saobraćaj nepovoljnija i dulja, a u tehničkom pogledu mnogo teža od pruge Pešta — Subotica — Beograd — Niš. Imala je za Austriju jedino političko opravdanje, da se ne ide preko srpskog teritorija.

God. 1913. nakon balkanskih ratova, otpao je i taj razlog, te je ona skinuta s dnevnog reda.

20. februara 1910. god. data je Bosni i Hercegovini nekakva vrst »Ustava« i »Sabor«.

U oktobru 1911. god. vodili su se u Beču pregovori o bosanskim željeznicama između ministara obiju pola monarhije i zajedničkog ministarstva financija, te je bilo zaključeno, da se u bosanskom saboru predloži zakon o investicionom zajmu od 128,000.000 zl. kruna, koji bi se u prvom redu upotrebio za željeznice i. to: za vezu Tuzla—Brčko sa odvojkom za Bijeljinu i Raču; Banja Luka—Jajce i Bihać—Bos. Novi. Raspravljalo se je o tom u bosanskom saboru cijeli decembrar 1911. god., ali bez rezultata.

Zemaljski savjet je zaključio jedan memorandum, u kome je tražio više političkih postulata, kao i to, da država preuzme na se isplatu kamata i amortizacije dugova nastalih izgradnjom pruga od Sarajeva do istočne granice, Gabela — Hum — Trebinje, kao i one Hum — Uskoplje — Glavska, koje su građene isključivo iz vojnih obzira, a na trošak zemlje, dok ih zemlja nije nikako tražila. U vezi sa ovim memorandumom održavane su po cijeloj zemlji protestne skupštine.

U februaru 1912. god. imenovan je Poljak Bilinski kao zajednički ministar financija. Zemaljski savjet i predsjedništvo sabora pođoše u Beč, »da mu izjave svoje želje«! Oni su u pogledu željeznica tražili, da se pravo određivanja tarifa u Bosni prepusti vladi Bosne i Hercegovine, bez dogovora s vladama Austrije i Madžarske, i da se povuče prijedlog zakona od 22. XI. 1911. glede izgradnje željeznica. Kao preduvjet za izgradnju pruga Bijeljina — Čelić — Tuzla, Čelić — Brčko, Banja Luka — Jajce i Bihać — Bos. Novi iz zemaljskih sredstava, tražili su zakonsko jamstvo, da će se istodobno graditi pruge Tuzla — Sarajevo, Jajce — Mostar, Prozor — Aržano i Doboj — Šamac, ali nikako o zemaljskom trošku, ili bilo kojem opterećenju zemlje. Tražili su direktnu vezu Tuzla — Sarajevo, da bosansko žito iz Posavine ne ide u Madžarsku, pak onda u Bosnu, već direktno iz Posavine u Bosnu. Sve te nove pruge kao i one, koje nisu građene iz zemaljskih sredstava, uključivo pruge Banja Luka—Dobrljin, imale su da prijeđu u vlasništvo Bosne.

Bilinski je počeo da pregovora s austrijskom i s madžarskom vladom. Pregovori su vođeni u dva pravca, i to: o samim prugama, koje su se imale graditi, i drugo o njihovu financiranju. Razlikovale su se zemaljske pruge od onih, koje su se imale graditi u interesu Austrije i Madžarske. Kao zemaljske smatrane su željeznica Bihać — Bos. Novi, Banja Luka — Jajce i pruge u Posavini. Došlo je do nesuglasica između Austrije i Madžarske, ali na koncu ipak je došlo do »junktima« između pruga Šamac—Doboj i Bugojno — Aržano.

Bilinski nakon što je uvidio teškoće, isključio je iz pregovora prugu Bihać — Bos. Novi, a sve druge unio je u veliki program, koji se je imao utanačiti između vlada obiju pola monarhije. U ovim pregovorima Austrija je tražila, osim spoja sa Splitom, izgradnju normalne pruge preko Banja Luke do Sarajeva. Madžarska vlada se je tome usprotivila i tražila je produženje normalne pruge Šamac — Doboj dalje do Sarajeva. Bosna je tražila izgradnju pruge Tuzla — Kladanj — Olovo — Sarajevo iz prije spomenutog razloga.

Austrija je tražila izgradnju takozvanih njezinih pruga, Madžarska je htjela da zadrži svoju premoć, dok je Bosna imala svoje vlastite želje: zadržanje uzanog kolosijeka, oslobođenje od troškova građenja i uvođenje srpsko-hrvatskog jezika kao službenog na željeznicama, dok su ministar rata i zajednički ministar financija zastupali t. zv. državne interese.

Da ne bi došlo do prekida pregovora, složili su se svi sa prijedlogom Bilinskoga, da se istodobno grade pruge Banja Luka — Jajce i Bugojno — Aržano, s normalnom prugom Šamac — Doboj — Sarajevo. Potom je imala da dođe na red gradnja pruge Tuzla — Sarajevo i normalne pruge iz doline Vrbasa do priključka u Lašvi na prugu Doboj—Sarajevo, a usto pruga Tuzla—Posavina, t. j. veza s Bijeljinom i sa Brčkim. Financiranje

imalo je da se izvrši na ovaj način: Za sve će se pruge zaključiti zajam od 260,000.000 zl. kruna, a otpadajuće kamate i amortizaciju od 15,000.000 kruna godišnje imaju da plaćaju: 10,000.000 zl. kruna Austrija i Madžarska prema kvoti*, a 5,000.000 kruna Bosna i Hercegovina.

Zbog tehničkih teškoća kod direktne pruge Tuzla — Sarajevo bilo je predloženo, da bi se radije normalizirala pruga Tuzla — Doboj, u priključku na normalnu za Sarajevo dolinom Bosne, koja bi veza prema tadanjem računu iznosila dužinu od 245 km, t. j. bila bi duža od direktne veze za po prilici 100 km. Da se ovo pitanje riješi, pozvani su strani stručnjaci, koji su utvrdili, da bi direktna veza, premda kraća, bila skuplja za građenje, a bio bi skuplji i pogon na njoj, zbog nepovoljnije gradijente nego na onoj dolinom Spreče na Doboj i dolinom Bosne do Sarajeva, čiji su nagibi vrlo blagi, tako da od kraće pruge ne bi bilo nikakve koristi. Jedina njezina prednost, unatoč tomu što je za 17% skuplja za građenje (53,000.000 prema 64,000.000) bila bi, što bi se njome novi predjeli bogati šumom uključili u željezničku prugu i mogli eksploatirati. Eksperti su se ipak izjavili da bi bilo povoljnije normalizirati prugu dolinom Bosne, kao i onu od Doboja do Tuzle, a da se ne gradi direktna pruga preko Kladnja i Olova za Sarajevo.

Tada nije bila uzeta u razmatranje varijanta od Bukinja rijekom Turijom preko Seone pak Krivajom do Zavidovića, koji bi put bio kraći za 56 km nego onaj preko Doboja, ali i ova bi se varijanta morala da popne za 120 m sa 10‰ da pređe vododijelnicu kod Seone na koti 332 m. Zavidović i Bukinje imaju istu kotu od 212 m. Ovu razliku od 120 m treba smanjiti za 70 m padanja od Bukinja do Doboja i dizanja do Zavidovića tako, da ukupna razlika visine dizanja iznosi samo 50 m.

Nakon gornjeg vještva, većina bosanskog sabora je napustila oporbu protiv normalizacije pruge do Sarajeva, ali je zahtijevala i normalizaciju pruge Doboj—Tuzla. Na traženje predstavništva Bosne, da vojna željeznica Banja Luka—Dobrljin prijeđe u zemaljski posjed, vojna uprava je na to pristala pod uvjetom, da i dalje uprava i saobraćaj ostanu u rukama vojske.

Ostalo je neriješeno pitanje određivanja tarifa. Predstavništvo je zahtijevalo, da bosanski artikli ne plaćaju na istoj pruzi više nego li bi plaćali strani artikli, dovezeni u Bosnu ili koji njome samo prolaze. Bilinski je obećao, da će se i za to zauzeti.

Pregovori su trajali kroz cijelo ljeto. Na koncu se je većina u saboru suglasila i prihvatila postignuta utanačenja protiv glasova radikalnih Srba. Ovi nisu htjeli da svojim pristankom omoguće A. U. lakše prebacivanje trupa protiv Srbije preko Drine.

8. XI. 1912. god. sastavljen je zapisnik između predstavnika austrijske i madžarske vlade i zajedničkoga ministra financija, kao zastupnika Bosne

* Austrougarska nagodba od 30. XII. 1907. određivala je kvotu, t. j. doprinos austrijske pole sa 66,6% a madžarske pole sa 33,4% za sve zajedničke troškove.

i Hercegovine. Na temelju toga zapisnika podnesen je prijedlog zakona za udopunjenje bosansko-hercegovačke željezničke mreže.

§ 1. ovlašćuje vladu, da dozvoli bosansko-hercegovačkoj zemaljskoj vladi da zaključi na teret zemlje kamatni zajam, koji će se otplatiti otkupom obveznica kroz najdulje 60 god., do najvećeg iznosa od 270.000.000 kruna, a koji bi se upotrebio za građenje i opremu željeznica u Bosni i Hercegovini, i to:

a) normalnotračnog spoja iz Banja Luke do Jajca;

b) normalnotračnog spoja iz Šamca do Doboja;

c) uskotračnog spoja od Bugojna do Aržana;

d) normalizaciju pruge od Doboja do Sarajeva;

e) normalizaciju pruge od Jajca do Bugojna, normalno tračnog spoja od Bugojna do Rame i normalizaciju pruge od Rame do Mostara;

f) normalnotračnog spoja od Brčkog do Tuzle s odvojkom na Bijeljinu i Raču (željeznice u Posavini);

g) normalizaciju pruge Doboj—Tuzla.

Potrebne svote za djelomično pokriće izgradnje i opreme ovih željeznica snosit će austrijska pola i madžarska pola u ovim iznosima:

a) od prve godine građenja, kroz 60 godina, godišnji iznos od 4,858.086 kruna,

b) od druge godine građenja, opet kroz 60 godina, daljnji iznos od godišnje 2,600.000 kruna,

c) od treće godine građenja, opet kroz 60 godina, daljnji godišnji iznos od 3,000.000 kruna.

Ove iznose snosit će obje državne pole u razmjeru kvote.

§ 2. ovlašćuje vladu, kada se ne bi među obadvije vlade postigao sporazum, s obzirom na normalizaciju pruge uzanog kolosijeka Donji Vakuf — Lašva, tu normalizaciju može da provede Austrija o vlastitom trošku kao bosansko-hercegovačku zemaljsku željeznicu, ali tek onda, kada bude već gotova normalna pruga od Doboja do Sarajeva.

Prije početka izgradnje pruge Donji Vakuf — Lašva ima da se postigne sporazum obiju vlada u pogledu tarifa, kao i u pogledu vođenja saobraćaja između Austrije i Bosne i Hercegovine.

§ 3. ovlašćuje Bosnu i Hercegovinu, da sagradi o vlastitom trošku normalno-tračnu željezničku prugu od Bos. Novog do Bihaća.

§ 4. ovlašćuje vladu, da dade privolu, da vojna željeznica Banja Luka — Dobrljin sa svim pripadnostima prijeđe u vlasništvo Bosansko-hercegovačkih zemaljskih željeznica, ali tako, da njome i dalje upravlja vojska.

§ 5. propisuje, da zakon važi od dana proglašenja uz predpostavku, da sve u njemu sadržane odredbe dobiju moć zakona u Madžarskoj i Austriji i budu zakonskim putem proglašene.

Posebnim zapisnikom je utvrđen red građenja, i to:

Pruge navedene u § 1. a), b), c) morale su se započeti u prvoj godini, a normalizaciju je trebalo pospješiti. Nakon normalizacije pruge Doboj

— Sarajevo, dakle u trećem razdoblju, imalo se započeti sa građenjem veze Tuzla — Sarajevo. Prilikom normalizacije mora se voditi računa o održanju saobraćaja na uzanim prugama, da se ne bi poremetila veza između postojećih uzanih pruga.

Zakon o građenju bosansko-hercegovačkih zemaljskih željeznica, izglasan je u Zemaljskom saboru 17. II. 1913. god., a zakon za izgradnju pruge Bihać — Bos. Novi 6. III. 1913. god.

Osnova toga zakona podnesena je austrijskom parlamentu 18. XI. 1913. god., ali zbog opozicije, te češke opstrukcije zakon nije izglasan, već je na 9. IV. 1914. god. objavljen kao »carska naredba« i dobio je moć zakona.

Međutim rad je bio na više mjesta i prije toga započet, i to na Vrandučkom tunelu i na nekim mjestima na pruzi Banja Luka — Jajce. Zbog početka Svjetskog rata ljeti 1914. g. rad je prekinut. Radilo se dalje samo na dijelu pruge Bos. Novi—Bos. Krupa, otprilike na polovici puta do Bihaća, gdje su do konca rata radovi bili dobro uznapredovali.

ŽELJEZNIČKA VEZA SPLITA PREKO ARŽANA I BUGOJNA S DOLINOM VRBASA I DOLINOM BOSNE

Kako je već ranije spomenuto, 50-tih godina prošlog stoljeća, pokrenuto je u Dalmaciji pitanje izgradnje željezničkih veza s njezinim prirodnim zaleđem Bosnom. Željelo se osposobiti jednu luku i izgraditi željezni put, koji bi omogućio izmjenu dobara iz srednje Bosne i Istoka preko Jadrana s dalekim prekooceanskim lukama, kao i dovoz industrijskih produkata, mašina i ostalih potreba u te naše krajeve i preko njih na Istok.

Također je kazano, da su baron Hirsch kao opunomoćenik Porte, a i sama Porta nastojali, da željeznička veza Srednje Evrope sa Istokom ne prođe prirodnim i lakšim putem preko Madžarske, Vojvodine i Srbije na Niš, već preko Bosne i Sandžaka, koji su krajevi tada bili pod Turskom, i da se ova pruga preko Banja Luke—Bos. Novog—Siska i Zagreba poveže na austrijsku željezničku mrežu, a s druge strane, da se Bosna preko Bugojna poveže s lukama u srednjoj Dalmaciji. Predlagano je također da druga jedna pruga poveže važno pristanište na utoku Save u Dunav, grad Beograd, preko Bosne s Jadranom, i to dolinom Save, preko Brčkoga i Šamca, pak uz rijeku Bosnu (današnja Omladinska pruga) i Lašvu preko Komara i Dinarskih Alpi do Splita. To je, čini se, bio prvi projekat željezničkog spoja Dunav—Jadran, ali proti njemu su ustale Centralne vlasti. Osim toga i terenske teškoće bile su za ono doba ogromne, budući da tehnika izgradnje dugih tunela nije tada bila usavršena, a za ovu se je prugu trebalo probijati na više mjesta dugim tunelima kroz Dinarske Alpe. Kose Dinarskih Alpi protežu se okomito na smjer ove pruge i usporedo s dalmatinskom obalom.

Nakon dovršenja uzane pruge Brod — Sarajevo i Sarajevo — Metković, te odvojka od Lašve do Jajca i do Bugojna, ponovno je iskrslo pitanje veze sa srednjim Jadranom. Odmah nakon otvorenja pruge do Bugojna započelo se s proučavanjem veze s Aržanom, gdje bi se sastala sa prugom iz Splita, koju je imala da gradi Austrija. Ali dalje od projekta nije došlo, budući da nije bilo ozakonjeno financiranje gradnje.

Na najupornija traženja, a da bi se bar donekle umirila Dalmacija, data je 21. XII. 1898. god. koncesija za građenje uzane pruge Split — Sinj i trebalo je čitavih 5 godina ustrajnog rada Dalmacije, dok je ta druga krnj-željeznica 12. IX. 1903. g. bila otvorena. Bilo se odustalo i od njezina građenja, ali se je Dalmacija revoltirala, održavane su protestne skupštine, i pošla je deputacija grada Splita u Beč, da protestira i traži izgradnju ozakonjene pruge preko Aržana za vezu sa Bugojnom. Ova deputacija je u toliko uspjela, da joj je izjavljeno, da će se graditi uzana pruga od Solina do Sinja dužine 36 km, a za vezu Solina sa Splitom, da će se između šinja normalnog kolosijeka na dužini od 6 km položiti uzani kolosijek. Vodstvo deputacije je brzojavilo u Split, da će se pruga graditi, i Split je dočekao deputaciju na povratku svečano rasvijetljen, sa vatrometom i sa glazbom. Ali kad se doznalo, da će se mjesto pruge za Bugojno graditi samo ona do Sinja, nastalo je veliko razočaranje, glazba se razišla i počele su velike demonstracije. Ljeti 1903. god. otvorena je pruga do Sinja, kao druga krnj-željeznica, koju je sagradila austrijska uprava, a Dalmacija je i dalje ostala bez veze i sa Bosnom i sa Sjeverom.

Danas nakon razvitka motornih vozila pomišlja se na napuštanje ove uzane željeznice do Sinja, a na uvedenje motornih kola, ili na češći autobusni saobraćaj između Splita i Sinja, jer je pogon željeznicom i suviše skup na tom malom odstojanju, na kojem bi motorna vozila bila mnogo ekonomičnija i praktičnija, budući da uz mnogo manje izdatke za pogon mogu češće da voze, što je za putnike mnogo pogodnije.

Skoro će proći 100 godina, otkada je pokrenuto pitanje povezivanja srednje-dalmatinskih luka sa svojim prirodnim zaleđem Bosnom i sa Istokom, ali sav trud i sva nastojanja ostala su bez uspjeha. Tuđinske uprave su nastojale, da veze iz naših krajeva vode k sjeveru u Austriju i u Madžarsku, a nisu dozvoljavale, da se željeznice iz zaleđa povežu sa našim lukama.

Treba uzeti u ozbiljno razmatranje i pravilno riješiti ovo životno privredno pitanje naše zemlje a naosob Dalmacije i njezina zaleđa Bosne. Njega treba iz osnova nanovo proučiti, jer su razne studije i projekti, koji su dosada napravljeni, rađeni pod sasvim drugim okolnostima i ne odgovaraju našim današnjim potrebama. Možemo mirne duše kazati, da je za nas dobro i korisno, da se mnoge pruge, koje su bile u projektu, nisu sagradile, jer bi nam donijele stalnu štetu mjesto koristi zbog njihove nepovoljnosti i neekonomičnosti u saobraćajnom pogledu, kao što je to slučaj sa prugom od Oštarija do Rijeke, od Splita do Knina i od Gabele do Zelenike. Ovo pitanje treba proučiti i riješiti obzirom na postojeću

potrebu jedne željeznice kao državne magistrale, poprijeko i sredinom zemlje, i kao sabirnice nekoliko pruga, koje vode ili će voditi okomito na taj smjer. Ona bi povezala najkraćim i najpovoljnijim putem sve naše glavne industrijske i ugljene bazene sa Splitom, našom najvećom i najpovoljnijom izvozno-uvoznom lukom u srednjem Jadranu, koja se uz relativno minimalne investicije i postepeno može da izgradi i razvije do najvećih razmjera jedne svjetske luke. Zbog toga valja ovo pitanje svestrano proučiti i dalekovidnim odlukama riješiti na korist čitave zajednice.

Uzana pruga od Solina do Sinja sa 25‰ bi se napustila. Za novu postoji više mogućnosti iz nove stanice Split—Sjever između Solina i Kaštel Sućurca, u koju sa zapada ulazi i ispravljena Unska pruga iz Knina sa max. $u = p = 10‰$. Nova bi vodila prema zapadu, koristila bi u koliko moguće postojeću normalnu prugu, pak bi zaokrenula prema istoku padinama Kozjaka, prošla bi ispod Klisa kraćim tunelom i kod Grla zašla u drugi tunel dug oko 3.400 m, stigla bi u jugozapadni ćošak Dugopolja i vodila dalje do Dicmanskog polja. Uspon može da bude 10‰ i 15‰. Ova nova trasa bila bi kraća, imala bi blaže uspone i bila bi mnogo povoljnija od postojeće, ona bi odgovarala svojoj važnosti prvoklasne pruge, kako bi bilo i poželjno. Iz Dugopolja probila bi se jednim kraćim tunelom u Dicmanjsko polje, prešla bi ga, i njegovom sjevernom padinom stigla bi u Bisko i do rijeke Cetine, koju bi premostila visokim vijaduktom, sa srednjim glavnim otvorom oko 40—50 m raspona. Ovaj vijadukt mogao bi da posluži i za cestu za Imotski i za Metković, koja bi se njime mnogo skratila prema postojećoj preko Sinja i Trilja, a izbjegla bi jaki uspon Turiju između Trilja i Ugljana. Od Cetine vodila bi pruga na Ugljane—Biorine—Svib—Vinicu i Aržano, te bi se probila tunelom od oko 2100 m dužine u južni ćošak Buškog Blata između Rašeljke i Kazaginca, otkuda može da krene na obje strane. Trasa starog projekta ide od Ugljana i Biorina preko Dobranja i Aržana, penje se sa 25‰ do kote 750 m, pak pada do Buškog Blata na kotu 715 m, dok se ova nova stalno penje do maksimalno 10—15‰ i nema izgubljenih padova sve do vododijelnice u tunelu ispod Stožera, otkuda pada isto sa 15‰ do Bugojna. (Vidi uzdužni profil sl. 72.). Ukupna njezina dužina od Splita do Bugojna iznosi oko 190 km i nije veća od one starog projekta, pak zato ovu trasu treba usvojiti, a staru kao nepovoljnu odbaciti. Treba samo utvrditi, da li će se dio pruge Bugojno—Stožer (Kupres)—Aržano—Split graditi kao glavna normalna I. reda sa $Rmin = 300$ do 350 m, ili će se obzirom na njezinu elektrifikaciju graditi kao glavna normalna II. reda sa $Rmin = 200$ m, i to samo na odsječku Bugojno—Stožer, koji je vrlo težak, što bi je mnogo pojeftinilo. Projekat B. H. vlade je predviđao $Rmin = 180$ m, što treba svakako odbaciti iz saobraćajnih razloga, a imala bi mnogo vijadukata i vještačkih radova, pak bi bila vrlo skupa. Ona bi za pogon bila veoma nepovoljna, jer je na njoj uspon 26‰. Od izlaza u Buško Blato kod Rašeljke do Duvna postoje dvije mogućnosti. Po jednoj pruga

obilazi Buško Blato u jugozapadnom pravcu pak koristeći Kraljičin nasip stiže u Podhum, a otud prosljeđuje prema istoku penjući se sumnjivim padinama Tušnice, probija se tunelom oko 1000 m dužine ispod Gradca i stiže u Duvno. Iz Podhuma odvaja se krak za Livno pak preko Grahova do Trubara, da se na vododijelnici Unske pruge kod Ličke Kaldrme priključi na nju. Druga je mogućnost, da po izlazu iz tunela kod Rašeljke zaokrene prema sjeveru i uđe u stanicu Kazagnac, pak da preko Korita i Grabovice, probivši se tunelom od oko 1000 m dužine ispod Gradca, stigne u Duvanjsko Polje i do Duvna. Drugi bi krak išao iz Kazaginca uz obalu Buškog Blata, prešao bi Ričinu, pak bi podnožjem Tušnice preko Prisoja i Golinjeva stigao do Podhuma, otkuda na Smrićane i Livno i dalje preko Grahova do veze s Unskom prugom. Ove pruge bi uključile ugljenike Tušnice i Eminova sela u željezničku mrežu i omogućile bi njihovu eksploataciju. Budući da je glavna veza ona od Splita na Bugojno, bilo bi podesnije, da se po izlazu iz tunela u Buško Blato kod Rašeljke odabere desna trasa, jer je kraća, vodi zdravim padinama oko Grabovice, a ni na njoj usponi ne prekoračuju 10‰ ili 15‰. Od Duvna vodi pruga preko Mokronoga na Šujicu i Malovan do ispod Stožera kod Kupresa, probija se kroz Stožer tunelom od 1600 m, na koti 1170 m, a otud pada sa 15‰ do Bugojna. Prema izvještaju uz projekat B. H. vlade, padine od Stožera do Bugojna su zdrave krečnjačke. Na čitavoj pruzi od nove stanice Split—sjever pak do vododijelnice kod Stožera i otud do Bugojna, teren je zdravi krečnjak. Ne bi predstavljao nikakvih teškoća za građenje, osim većih radova od Stožera do Bugojna, na nekim odsječcima teškog planinskog terena. Ali stručnim položenjem trase i ovi radovi mogu da se svedu na podnošljivu mjeru. (Vidi situaciju i uzdužne profile sl. 64.a, i b, 65., 66., 67. i 67.a).

Iza stanice Šujica može pruga da zaokrene prema jugu pak prema istoku, da se popne na visoravan kod Ravna na koti 1140 m, otkud bi se probila tunelom cca 3 km kroz Klapavicu zbog povezivanja sa prugom Banjaluka — Bugojno — Prozor — Rama.

Moramo da se pitamo, zbog čega su se za tuđinske vladavine kanile graditi i zašto se nisu sagradile te željeznice? One su se kanile graditi jedino zbog toga, da bi Austrijanci i Madžari mogli lakše iskorišćivati ove naše pokrajine. Oni su se međusobno natjecali, tko će iz njih više da izvuče. Nezasitnost nije mogla da ih složi.

Evo dokaza za to:

Madžarski zakonski članak VI. od 1880. g. određuje, da se u Bosni i Hercegovini ne smije graditi nijedna željeznica, osim šumskih i industrijskih željeznica, bez pristanka Madžarske. Sve pruge su se gradile prema Pešti i Beču, a nisu se dozvoljavale veze sa Dalmacijom i Srbijom.

Kad su Madžari smatrali, da će štetovati zbog izgradnje pruge Banja Luka—Jajce, dotično zbog povezivanja Sarajeva kao i pruge Bihać — Bos. Novi preko Sunje sa Austrijom, iskrsla je namisao, da se Bihać poveže sa

Ličkom prugom, kako bi se Bosanska krajina izvela na Rijeku u njihovu luku. Stanica Bihać je zbog toga bila smještena u pravcu Like.

Kad je Madžarska opozicija u decembru 1913. god. istupila protiv zakona o bosanskim željeznicama, jer da je u austrijskom interesu, dokazivao je ministar predsjednik grof Tisza, da nije tako, jer da će Ličkom prugom i njezinim povezivanjem sa Bihaćem, daljina od Bos. Novog do Rijeke iznositi samo 279 km, dok će daljina do Splita iznositi 463 km. Dalje je priznao, da je dotada Madžarska imala monopol na Bosnu, ali da ga dalje ne može zadržati, da se odsele korist mora »po pravednom ključu dijeliti« sa Austrijom, a da se ne smije pridavati tome važnost, »da li će od izgradnje tih željeznica i Austrija imati neke koristi, već da li te željeznice znače gospodarske prednosti za Madžarsku«.

Kod samog programa građenja imamo najjasniji primjer nesavjesnosti i izigravanja interesa našeg naroda. U § 1. c) govori se o uzanom spoju Bugojna sa Aržanom, a pod 1. e) o normalizaciji pruge Jajce—Bugojno Bugojna sa Aržanom, a pod 1. e) o normalnoj pruzi Bugojno—Rama i Rama—Mostar. Dakle područje Splita imalo je da bude samo krševita visoravan od Bugojna do Aržana, a područje Metkovića, Gruža i Boke Kotorske krševita Hercegovina ispod Mostara, jer je u Mostaru bio konac normalne željeznice koja nije izlazila na more!

Čitava ostala Hercegovina i Bosna imala je da gravitira u Madžarsku i u Austriju!

Prvi svjetski rat je omeo sve te planove, i od njih se nije izvelo ništa.

Prema dosada iznijetom, možemo biti sretni i zadovoljni, što su razna natezanja između obje nama tuđe i neprijateljske vlade tako dugo potrajala, i da se od velikog programa nije ništa izvelo. Time su nama ostale slobodne ruke, nije ništa pokvareno, što se ne bi dalo popraviti, a naše buduće željeznice gradit ćemo mi u interesu naše zemlje i onako, kako konvenira našim narodima i državi kao zajednici.

Da su se sagradile pruge velikog željezničkog programa, bile bi sagrađene sa velikom štednjom, uglavnome kao sporedne pruge. Na pr. pruga Šamac—Doboj—Sarajevo (današnja »Omladinska pruga«) sagrađena je kao glavna pruga I. reda, jer je to naša glavna transversala iz Savske nizine sredinom države na more, pak se na nju ne smije štedjeti. Da je ona sagrađena od tuđinskih uprava, ne bi sigurno bila tako solidno i dobro građena.

ŽELJEZNIČKE PRUGE U SLOVENIJI I ISTRI

Glavne pruge kroz Sloveniju zavisile su od spojeva Beča, dotično sjevernih krajeva Austro-Ugarske sa morem.

U prvom redu treba spomenuti bivšu Južnu željeznicu Beč — Graz — Maribor — Ljubljana — Trst sa odvojkom Sv. Petar — Rijeka. Budući da je ova glavna slovenska pruga samo dio te važne svjetske pruge, potrebno je da barem u kratkim crtama iznesemo njezin historijat.

Prva namisao za ovu prugu potekla je od barona Sina 1836. god., a kada su tršćanski trgovci došli u Beč caru da mole spoj Beča sa Trstom

preko Štajerske, baron Sina se je izjavio pripravnim da gradi željeznicu za Trst. Ujedno se je pojavila namisao, da se ta pruga Beč — Trst preko Štajerske gradi o državnom trošku, a za slučaj da za nju dobije koncesiju neko društvo, onda država treba da za sebe zadrži pravo otkupa uz naknadu građevnih troškova (zakon od 25. XI. 1837. god.).

Već od god. 1838. punom ozbiljnošću je proučavana pruga preko Semmeringa, kao najpodesnijeg prijelaza preko Alpa u pravcu sjever-jug, koji je u tu svrhu korišten već od prastarih vremena.

Dozvola za građenje pruge Beč—Bečko Novo Mjesto (Wienerneustadt), izdana je 1. III. 1839. god., i odmah je na njoj započet rad. U jeseni 1840. god. nastavljen je rad prema Neunkirchenu, a 5. V. 1842. god. predata je saobraćaju pruga do Glognitza.

Prve mašine su došle iz Engleske morem do Njemačke, pak rijekama, ukoliko su bile plovne, inače ih se moralo rastavljati i voziti kolima, koje je vuklo do preko 20 konja. Tadanje mašine su težile skupa sa tenderom oko 10 tona.

Nakon otvorenja gornje pruge pristupilo se proučavanju pruge od Mürzuschlaga do Graza i dalje preko Slovenije na Jug. Dio pruge od Glognitza do Mürzuschlaga, dug oko 42 km, t. j. brdski dio pruge s prijelazom preko Semmeringa proučavan je zasebno zbog velikih teškoća, koje su se na tom potezu morale svladati. Bila su uglavnom tri pravca za taj smjer, i to: jedan je išao od Beča preko Aspanga obilazeći Semmering do Graza; drugi od Glognitza kroz Rein i sedlo Gscheid na Kapellen; dok je treća sekcija studirala prijelaz preko Semmeringa. Bio je i jedan projekat s dugim tunelom, koji zbog toga nije uzet u daljnji postupak.

U junu 1842. predložene su te studije i uza sve teškoće, koje su se očekivale, ipak je pala odluka za prugu preko Semmeringa, ali da će se sa gradnjom još sačekati, dok se tehnika u građenju željeznica bolje usavrši. Međutim je 1842. god. odobrena gradnja pruge Mürzuschlag — Bruk n/M — Graz i otvorena je 21. X. 1844. god.

Jula 1843. god. odobreno je produženje ove pruge do Celja, po študijama izvedenim pod vodstvom ing. Ghega, najvrsnijega od tadanjih stručnjaka u građenju željeznica, a predata je saobraćaju 2. VI. 1846. god.

God. 1845. započeta je pruga od Celja preko Zidanog Mosta do Ljubljane i predata je saobraćaju 17. IX. 1849. god. Obje ove pruge u krivudavim dolinama Savinje i Save bile su jako teške i uvjetovale su mnogo skupih objekata. Kod njih se je zbog boljeg prilagođivanja terenu, osobito u tjesnacu Save, a da bi se građenje pojeftinilo, odustalo od primjene velikih polupréčnika od *Rmin* = 475 m, koji su dotada bili uobičajeni. Tu su primijenjeni uzastopni *Rmin* = 246 do 280 m, pa kod mosta u Zidanom Mostu čak i do 189.6 m. Nakon ovdje stečenih iskustava primijenjeni su kasnije ovakvi radiusi i kod građenja željeznice preko Semmeringa.

Dotada se je držalo, da adhezione lokomotive ne će moći svladavati jake uspone i vući na njima teret, pa se zato pomišljalo da se na tom dijelu brdske

pruge uvede neka druga vrsta pogona, kao: konjski pogon, kosine sa užetima, razrijeđeni i komprimirani zrak i sl. God. 1842. povratio se je Ghega sa naučnog puta iz Amerike i objelodanio je djelo »Željeznica Baltimore — Ohio« u kome je matematički dokazao, da se i na brdskim prugama mogu upotrebiti adhezione lokomotive i da su one podesnije i jednostavnije u pogonu od drugih sistema vuče, koji su svi bili vrlo komplicirani.

God. 1844. istupio je Ghega odlučno za prugu preko Semmeringa. Prema generalnom projektu na toj pruzi je bio predviđen uspon od 1 : 50 = 20‰, bilo je 10 tunela ukupne dužine 3261 m, 22 vijadukta, a dužina joj je bila 43 km. Najviša točka pruge je bila 898 m. Troškovi su bili proračunani na 5,370.000 for., ali ta pruga nije izvedena, jer se sve upornije radilo na tome da bi se uveo atmosferički pogon sa razrijeđenim i komprimiranim zrakom po sistemu Engleza ing. Clegga. I sam Stephenson je vjerovao, da će se Cleggov izum praktično ostvariti.

Mnogo nade za savladavanje jakih uspona davao je ing. Clegg sa svojim atmosferičkim sistemom (sl. 40. i 41.). Taj sistem sastojao se je u jednoj cijevi promjera 9.2 cm uzdužno rasječenoj sa gornje strane, pričvršćenoj između šinja. Kroz taj rascjep prolazila je jedna uzdužna ploča, čvrsto povezana sa jakim postoljem, o koje bi se prikačili vagoni i tako vukli. Po dnu ploče sprijeda pričvršćen je klip, koji je hermetički zatvarao šupljinu cijevi, iz koje je isisavan zrak i dobivan zrakoprazni prostor, što je vuklo naprijed klip, a s njime i postolje sa prikopčanim vagonima. Ovaj način vuče nije se mogao praktički primijeniti zbog nemogućnosti potpunog zatvaranja uzdužnog prereza na cijevi, a prema tome nije se mogao dobiti zrakoprazni prostor, što je bio preduvjet, da čitava naprava funkcionira. Pokusi, koji su napravljeni ovim sistemom do skoro na jednom km dužine, bili su uspjeli, ali unatoč tome, praktična primjena toga sistema za vuču kod brdskih željeznica nije bila moguća.

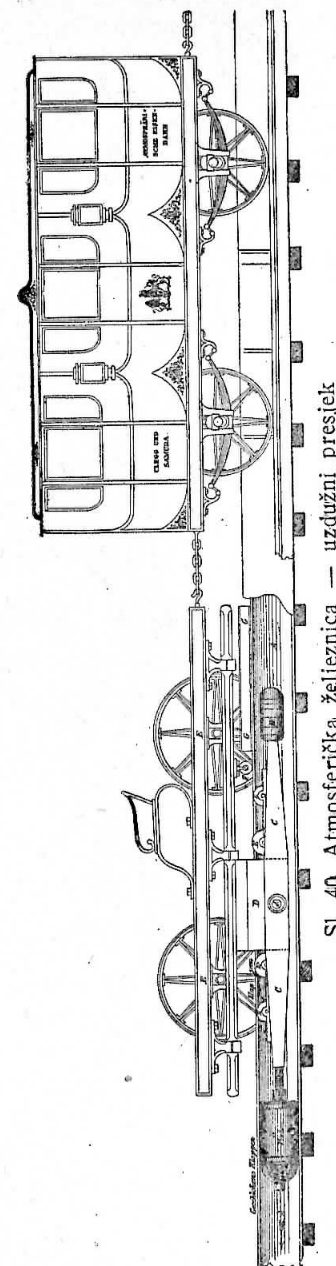
Međutim je Ghega studirao dalje, a tako isto i drugi, mogućnost adhezione vuče.

God. 1848. Generalna direkcija usvojila je Ghegin projekat. Do te odluke je došlo i zbog toga, što je do tog vremena već na nekoliko pruga u Engleskoj i u Americi bio napušten pogon sa užetima, i uvedene su adhezione lokomotive na rampama kod uspona od 1:55 do 1:38, dapače i na rampi od 1:28 na pruzi Pariz—St. Germain, koja je bila sagrađena za primjenu zračnog pogona sistema ing. Clegga.

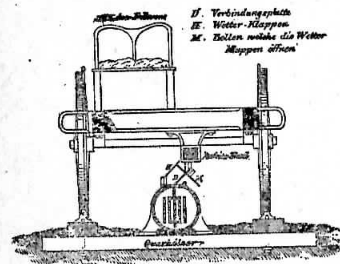
Unatoč svemu tome nastala je takova kampanja protiv Ghegina projekta, a i sami stručni listovi izjavili su se protiv te pruge i preporučivali su primjenu užeta ili Cleggov način. Ghega je nazvao Cleggov izum genijalnom nemogućnošću i ostao je i dalje za primjenu lokomotivskog pogona. On je vjerovao, da će u najkraće vrijeme tehnika savladati postojeće teškoće i da će uspjeti sagraditi lokomotivu, koja će vući teret u jakim usponima i u oštrim krivinama. I samo društvo inženjera je u jednoj skupštini održanoj 1848. god. zabacilo Ghegin projekat. Ono se je izjavilo za kosine

sa užetima i tvrdilo je, da je taj način po znanosti i po tehnici jedina mogućnost za zamišljenu željeznicu preko Semmeringa. Inženjersko udruženje je tvrdilo, da ne postoji mašina, koja bi vukla teret u usponu predviđenom od Ghege, a pogotovo do na visinu od 898 m, i da je takva mašina previše riskantna, pak ne treba polagati nadu u uspjeh. Osim toga je nemoguće konstruktivno točno izvesti mnoge vještačke radove, vijadukte i tunele preko svih dubokih vododerina i kroz mnoga brda, koji su predviđeni tim projektom. Pak sve kada bi to i uspjelo, projekat bi morao propasti zbog životne opasnosti za putnike na takvu padu u alpskoj klimi preko Semmeringa.

Ni sve te protivštine nisu bile u stanju da pokolebaju Ghegu. On je i dalje ustrajao do potpune pobjede. Bio je toliko uvjeren u ispravnost svog projekta, da je čak i povećao uspone od 1 : 50 = 20‰ na 1 : 40 = = 25‰, a *Rmin* je smanjio na samih 190 m, čime je prugu nešto skratio.



Sl. 40. Atmosferička željeznica — uzdužni presjek

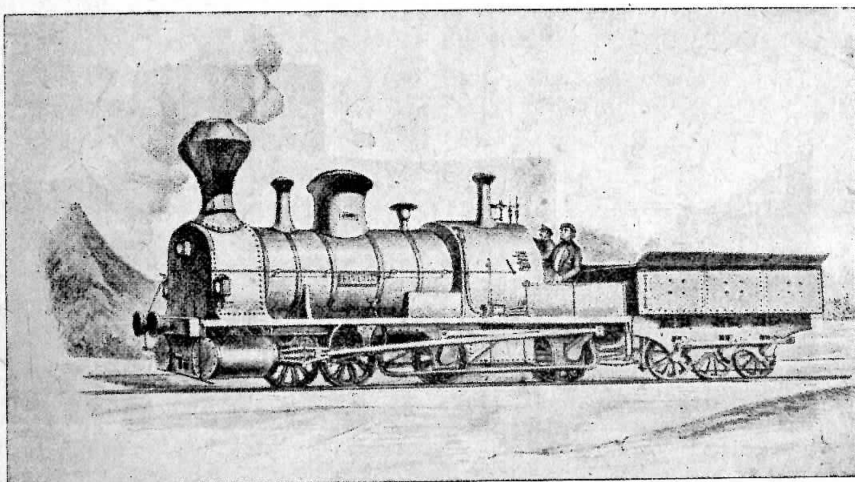


Sl. 41. Atmosferička željeznica — poprečni presjek

Primjenom manjih poluprečnika u tom teškom terenu osjetno je pojeftinio prugu. Glavni tunel na vododijelnici ima dužinu od 1430 m, i visinu od 898 m u krivini R = 190 m. Dužina pruga iznosi 41.825 m, od toga 21.361 m u pravcu, a 20.464 m krivini, od kojih 6690 m u krivini

od R = 190 m. U usponu od 20—25‰ ima 22.9 km. Vijadukta je bilo 16 ukupne dužine 1677 m, a tunela svega 4533 m, osim toga mnogo svođenih i željeznih mostova. Zida je bilo 14.5 m^3/m^1, a iskopa je bilo svega 2,019.000 m^3, od toga u stijeni dobivenoj eksplozivom 1,387.600 m^3. U oštrim krivinama upotrebljene su teške šinje od 42.5 kg/m^1 na dužini od 5688 m.

Pruga je predata u rad natječajem za 7,368.637 for., a na njoj su surađivali najvrsniji inženjeri onog doba i sa potpunim uspjehom dovršili tu tešku prvu brdsku željeznicu, djelo, koje će svim pokoljenjima služiti kao svijetao primjer nauke i tehnike, ustrajnosti i naučnog djelovanja.

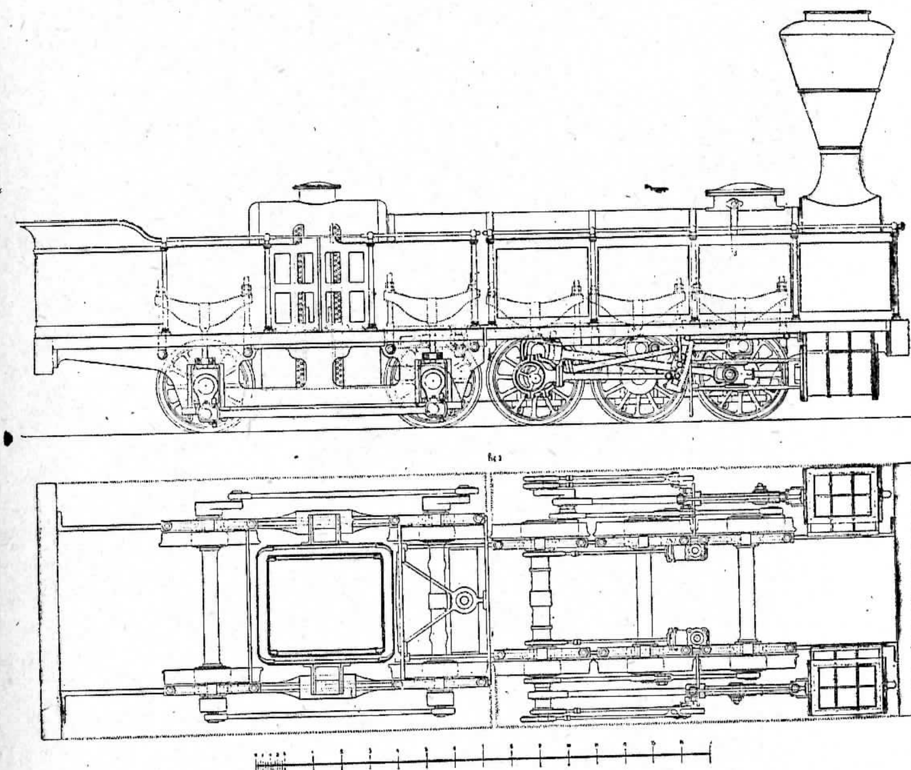


Sl. 42. Lokomotiva »Bavaria« (1851. g.)

Ali samom izgradnjom pruge nisu bile prebrođene sve teškoće. Dotada u Evropi nije bilo željeznica sa tako jakim usponima, i trebalo je konstruirati posebnu lokomotivu, koja će takve uspone moći da savlada. Raspisan je u jeseni 1850. god. natječaj za takvu lokomotivu, uza sve protivnosti i mnogih stručnih krugova i usprkos svim javnim napadajima u novinama i u stručnim glasilima na njezine graditelje, kao i na vladu zbog tobože nepromišljenog rasipanja državnog novca. Uvjeti natječaja bili su uglavnom: mašina mora da u najvećem usponu od 25‰ i u najmanjem radiusu od 190 m, kod srednje povoljnog vremena ne računajući tender, izvuče 2500 bečkih centnera ili 140 tona tereta sa brzinom od 1.5 austrijske milje ili 11.4 km na sat. Lokomotiva, koja ispuni uvjete, dobit će nagradu od 20.000 zlatnih dukata.

U julu 1851. god. stigle su 4 lokomotive, sa kojima su 31. VII. napravljene pokusne vožnje. To su bile prve konstrukcije »brdskih lokomotiva«. Prvu nagradu od 20.000 zlatnih dukata dobila je »Bavaria« iz Münchena (slika 42.), dok su »Neustadt« iz Bečkog Novog Mjesta, »Seraing« Belgijska i »Vindobona« sagrađena u željezničkoj radionici Beč — Glognitzkog društva, otkupljene za 10.000, 9.000 i 8.000 zlatnih dukata. Kod pokusne

vožnje ukazali su se razni nedostaci na svim tim mašinama, koji su se mogli ukloniti, ali sve su pokazale izvanredne prednosti, te je uspjeh bio osiguran. Po ovim mašinama, uz suradnju i pod nadzorom prof. Engertha, izrađeni su nacrti i konstruirana je nova, u kojoj su iskorišćene sve prednosti nagrađenih lokomotiva, a uklonjeni manjci. Izrađeni su prema tome i odobreni planovi nove lokomotive (vidi sl. 43.), kojih je naručeno 26 komada. God. 1853. mašina »Levant« (sl. 44.) prešla je bez ikakvih teškoća cijelu prugu, 12. IV. 1854. god. pruga je svečano otvorena, a 17. VII. 1854. godine predata je javnom saobraćaju.



Sl. 43. Prof. Engerta parna tender lokomotiva. a) Pogled sa strane. b) Pogled ozgor

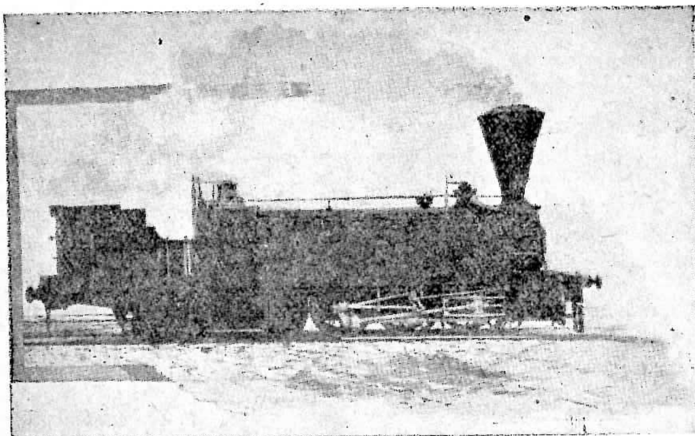
Teškoće pri građenju bile su osobito velike, mnoge nisu mogle da se predvide, pak je iznos za građenje i za vozna sredstva bio mnogo prekoračen, sve skupa je stajalo 19,239.400 for. ili 473.400 for. po km, mjesto predviđenih svega 7,368.637 for., prema tome stajala je 2.5 puta više. Ovo treba pripisati dotadanjem nedovoljnom iskustvu kod građenja tako teških željezničkih pruga, tada opravdanoj bojazni od gradenja tunela, kao i tome, što je tek tada bila konstruirana prva brdska lokomotiva za ovu željeznicu.

Ovaj veliki uspjeh je pokazao, da željeznička mašina može da vuče teret i na jakim usponima, što je značilo preokret kod polaganja željezničkih trasa.

Gornjim izvodima unekoliko je dopunjena zanimljiva povijest izgradnje ove prve brdske željeznice u Evropi, koja je bila putokaz mnogim kasnijim brdskim željeznicama, a sada ćemo prijeći na njezino produženje kroz Sloveniju, koja je s njome najuže povezana.

Rečeno je, da je željeznička pruga od Mürzuschlaga do Ljubljane bila gotova 16. VIII. 1849. god.

Već od god. 1839. pravile su se studije za željeznički spoj Ljubljane sa Trstom, a 1840. god. pisao je o toj pruzi profesor Johaneuma u Grazu Ksaver Hlubek.



Sl. 44. Tender lokomotiva sistem Engert (Cockeril 1853.)

Među mnogim studijama dvije su bile odabrane kao najbolje, i to ona krasom od Ljubljane preko Loiča—Postojne—Kraskom visoravni Julijskih Alpa na Sežanu, pak na Trst i druga dolinom Idrije i Soče na Goricu — Tržić i Trst.

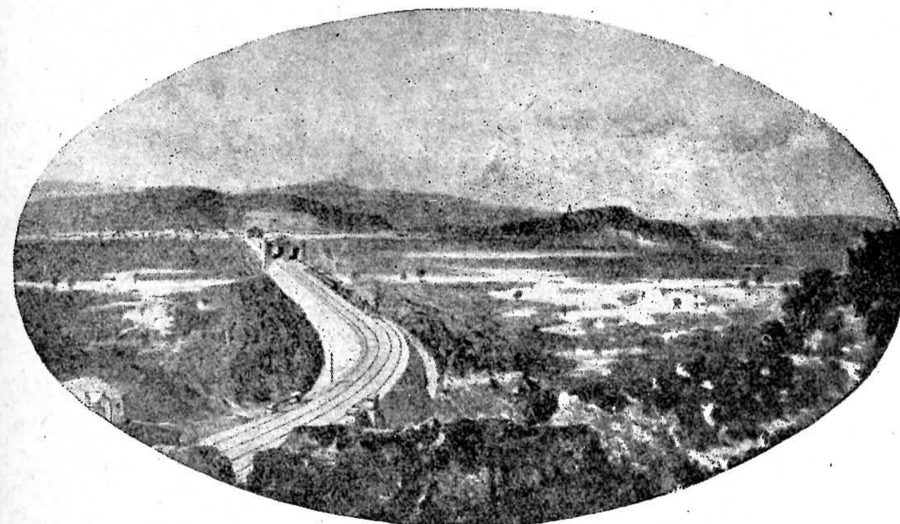
God. 1845. pozvan je inženjer Ghega da prouči ove trase. On se je odlučio za krasku prugu, jer je bila za 6 milja (cca 44 km) kraća i za 9 miliona forinti jeftinija, a mogla je da bude gotova 2 godine prije od one Idrijom i Sočom.

Kod ove pruge morale su se savladati velike teškoće zbog pomanjkanja vode za vuču, zbog bure i od snježnih zapuha.

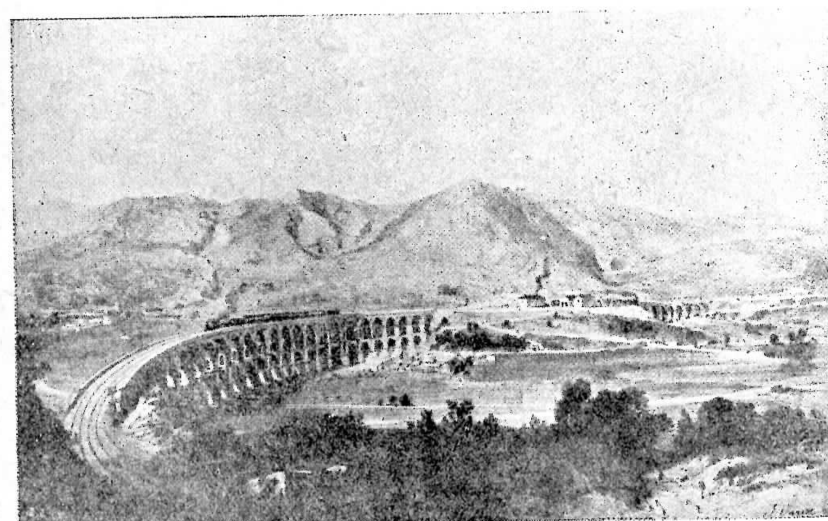
9. X. 1849. god. izdato je naređenje za građenje pruge Ljubljana — Trst. Na proljeće 1850. god. započelo je građenje, 27. VII. 1857. bilo je svečano otvorenje, a 28. VII. iste god. pruga je predata javnom saobraćaju.

Jedna od najvećih teškoća pri građenju bio je prijelaz preko Ljubljanskog tresetišta u dužini od 2,2 km (vidi sl. 45.). Jedan sloj od 2 m dubine treseta počivao je na raskvašenom sloju gline. Tek u dubini od 4—15 m bio je pijesak, a pod njim čvrsta ilovača ili stijena.

Ubačeno je oko pola milijona m³ kamena i provukli su se jarci za otok vode, čime se je mali nasip bar donekle ustalio. Radovi su trajali do 1856. godine.



Sl. 45. Nasip preko ljubljanskog tresetišta



Sl. 46. Vijadukt kod Borovnice

Između Preserja i Borovnice napravljen je vijadukt sa 2 kata svodova, gore ih je bilo 25, a dolje 22 otvora, dug je bio 569 m, a visok 38 m (vidi sl. 46.). U drugom svjetskom ratu srušen je vijadukt kod Borovnice. Bio je građen iz opeka sa krečnim mortom, pak je bio i onako dotrajao, tako

da se ne će obnavljati. Malim produženjem pruge, mogla se zaobići dolina i izbjeći vijadukt i ta varijanta duga svega 11,3 km, kojom se napušta taj veliki vijadukt, dovršena je i puštena u saobraćaj koncem decembra 1947. godine. U ono vrijeme veći od ovoga u Evropi bio je samo Göltschtalski vijadukt na sasko-bavarskoj granici dug 580 m, koji je onda bio smatran najznamenitijim zidanim željezničkim vijaduktom na svijetu. Na produženju pruge iza Borovnice prema Trstu sagrađen je i drugi veliki vijadukt kod Nabrežine, dug 646 m, a visok 19 m sa 40 otvora, sav u lјušturnom mramoru. Na ovoj pruzi izvedeno je još mnogo veličanstvenih građevina, mnogi usjeci do 19 m visine, a ima nasipa do 45 m visokih. Danas se ne bi tako gradilo, jer je preskupo, a nastoje se izbjegavati vijadukti i veliki mostovi, radije se zalazi u tunele.

Kod Gornje Leče i kod Avrežine naišlo se na vodu, kojom je opskrbljena pruga i grad Trst vodom.

Dok je građena pruga iz Beča za Trst, zanimani su krugovi u Koruškoj tražili prugu, koja bi od Maribora preko Celovca i Beljaka vodila na Videm. Na 9. I. 1843. god. bila je predana spomenica odboru staleža u Celovcu za tu prugu. Komisija, koja je povodom toga bila odaslana, ustanovila je 1844. god., da bi troškovi oko regulacije Drave bili suviše veliki, pak su predložili, da se o državnom trošku sagradi konjska željeznica od Maribora do Beljaka. Većina staleža se je na to izjavila, da bi veza Celovca s Ljubljanom kroz Ljubeljski klanac bila podesnija, te se je počelo raditi na tom projektu. Time se je to pitanje zavuklo do 1848. god. God. 1851. dobio je namjesnik nalog, da napravi prijedlog za izgradnju pruge Maribor — Celovec i počelo je trasiranje. God. 1854. unijeta je u zakon o koncesijama pruga Maribor — Celje — Videm, ali tada nije uspjelo obrazovati konzorcij za njezinu izgradnju. Tek 9. januara 1857. podijeljena je koncesija, a juna iste godine započeto je građenje, ali je bilo teškoća oko financiranja.

Tadanja Austrija je zapala u financijske teškoće i nije bila u stanju da sama gradi željeznice. Te teškoće su nastupile baš dok se je gradila pruga Ljubljana — Trst. Zbog toga je Austrija bila prisiljena, da državne pruge proda privatnim društvima. 19. X. 1854. god. odobren je prijedlog, da se pruge, koje je država sagradila i u vlastitoj režiji eksploatirala, mogu prepustiti privatnicima na stanoviti niz godina uz pripadnu odštetu. To je bilo postepeno provedeno od god. 1855. do 1859. god., kako je to već ranije izneseno.

Uza sve to uspjelo je sastaviti konzorcij, koji je bio preteča kasnijem društvu »Južne željeznice«. Zapisnikom od 23. IX. 1858. god. utvrđeni su uvjeti koncesije, kao i prava i obaveze za izgradnju »Koruške pruge«.

Ovo se društvo združilo sa »Lombardsko-venecijanskim« i sa »Orijentalnim društvom«, kojemu je podijeljena koncesija 23. IX. 1858. god., a glavna utanačenja su bila:

Država prepušta i prenosi na koncesionare:

1. Južnu državnu željeznicu od Beča do Trsta sa ograncima Mödling — Laksemburg i Wiener Neustadt — Ödenburg (Šopronj);

2. Željeznicu Maribor — Celovec sa produženjem do Beljaka;

3. Željeznicu Zidani Most — Zagreb — Sisak sa odvojkom do Karlovca;

4. Tirolske željeznice od Verone i Kufsteina preko Bozena, Briksena i Innsbrucka.

Ovlašćuju se koncesionari, da za ove pruge kao i one prepuštene društvu Orientbahn Gesellschaft, sastave jedno društvo i t. d.

Društva imaju pravo da preuzmu željeznice u vlasništvo iza 1. I. 1855. god. i da njima upravljaju.

Država može da otkupi željeznice iza god. 1895., ali mora da plaća rente do 1954. god.

Ustanovljeni su rokovi za izgradnju raznih pruga:

Zidani Most — Sisak	1861. god.
Maribor — (Pragersko) — Kanjiža . .	1861. „
Kanjiža — Stolni Biograd — Pešta . .	1862. „
Zagreb — Karlovac	1862. „
Stolni Biograd — Uj Szöny	1863. „
Maribor—Celovec—Beljak	1864. „
Padova — Rovigo	1864. „
Šopronj—Kanjiža	1865. „
Bozen — Innsbruck	1868. „

Otkup zemljišta za sve pruge mora se provesti za 2 kolosijeka.

Koncem god. 1858. došlo je do fuzije triju društava, koja su preuzela pruge:

1. Beč — Trst, Nabrežina — Gorica — Videm — Trbiž (Mleci) — Milano, svega 1180 km.

2. Wiener Neustadt—Šopronj sa projektiranim produženjem do Osijeka i Beograda (od toga u saobraćaju 27 km).

3. Pruge u građenju Maribor — Pragersko do Kanjiže i Stolni Biograd (Pešta).

4. Koruška pruga Maribor — Celovec — Beljak, od koje u građenju 162 km, a produženje do tirolskih pruga je bilo u projektu.

5. Prugu u građenju Zidani Most — Zagreb.

6. Tirolske pruge, od kojih u saobraćaju 220 km, ostale su se imale graditi (preko Brennera).

7. Sjeverno-talijanske željeznice.

8. Neke odvojne željeznice u Italiji i Zagreb — Karlovac.

Kako je već prije navedeno, predano je društvu svega 3133 km, od kojih 1396 km u saobraćaju, 1105 u gradnji, a 632 km u projektu.

U oktobru 1860. god. proglašen je u Austriji ustav i počeli su se u parlamentu iznositi prigovori u pogledu zaključenih ugovora s tim društvom, a i zbog neurednog vođenja željeznica.

Austrija je nato naredila rascjep društva. Po štatutima od 20. VI. 1862. god. društvo za austrijske linije dobilo je ime Južna željeznica. To je ime društvo zadržalo sve od konca I. svjetskog rata 1918. god., kada su osnovane posebne direkcije u pojedinim državama nasljednicama A. U., koje su otkupile svaka svoje pruge.

Nakon rascjepa na pojedina društva počela je Južna željeznica da uređuje svoje pruge, upotpunila je drugi kolosijek, gdje je on falio, podigla je glavnu radionicu u Mariboru, remizu za lokomotive u Beču, u Grazu pak valjaonicu željeza i sama valjala šinje već od 1861. god., proširila je i uredila stanice u Beču, Trstu i mnoge druge. Do 1866. god. izmijenila je 350 mostova sa željeznim konstrukcijama i izvela mnoge druge važne radove.

Zbog raznih drugih neodložnih radova »Koruška pruga« bila je zanemarena. Na zauzimanje zanimanika iz Koruške skraćen je rok za dovršenje te pruge za jednu godinu dana, i imala se dovršiti u 1863. god.

God. 1861. zatraženo je od vlade da se pobrine, kako bi se osiguralo dovršenje pruge u određenom roku. Bilo je mnogo većih tehničkih radova, i to tri tunela: kod Fale 230 m duž., kod Prevalja 109 m duž., i kod Pliberka 329 m duž., nekoliko vijadukata, onaj kod Prevalja 127 m i više mostova. Između Maribora i Celovca bilo je projektirano oko 300 mostova i propusta.

Pruga Maribor — Celovec otvorena je 31. V. 1863. god., a bila je duga 126.5 km. Celovec—Beljak dužine 38.6 km, otvorena je 30. V. 1864. god.

God. 1868. iskrsla je namisao za izgradnju pruge Ljubljana — Trbiž. Zakonski prijedlog za ovu prugu donesen je u zastupničkoj kući u Beču 18. V. 1868. god. i ustanovljena je temeljna glavnica sa 1,200.000 for. za jednu austrijsku milju (austr. milja = 7585.94 m), t. j. cca 160.000 for/km. Budući da je Trbiž bila stanica Južne željeznice, trebala je ova da dade privolu za građenje i da odstupi od svoga prava, da sama tu prugu gradi. Firma Pankrac je 23. II. 1869. god. dobila koncesiju, nakon što je popustila 5000 for. za jednu milju uz inače iste uvjete kao i društvo. Rok građenja utvrđen je na 3 godine.

Pruga Ljubljana — Kranj — Jesenice — Rateče — Planica — Trbiž, bila je predata saobraćaju 14. XII. 1870. god., imala je 102 km, a bila je dio pruge za Linz.

Iza 1918. god. bilo je u Sloveniji pod Ljubljanskom direkcijom državnih željeznica željezničkih pruga:

I. Državne željeznice:

A) Glavne pruge:

1. Državna granica — Planica — Ljubljana, km 92.946, otvorena 14. XII. 1870. god.

2. Državna granica — Jesenice — Bohinjska Bistrica — državna granica, 39.591 km, otvorena 1906. god.

3. Podbrdo—Trst (bila u talijanskoj eksploataciji km 110) otvorena 1906. godine. (Od Oslobođenja u našoj eksploataciji do Dutovlja 90 km).

4. Novo Mesto — Bubnjarci km 48.890, otvorena 22. V. 1914. god.

B) Lokalne pruge:

5. Ljubljana — Kamnik km 23.050

6. Ormož — Ljutomer — Murska Sobota km 37.500 otvorena 22. XI. 1924. god.

II. Privatne glavne pruge:

7. Državna granica — St. Ilj — Rakek km 225.863 duž., dvokolosječna, otvorena 16. VIII. 1849. god. U državnoj eksploataciji samo do Ljubljane.

8. Rakek — Općina — Trst duž. 95 km, otvorena 27. VII. 1857. god., dvokolosječna, do oslobođenja 1945. god. u talijanskoj eksploataciji. Nakon II. svjetskog rata pruga do Sežane pripala je Jugoslaviji u dužini od 61 km.

9. Maribor — Vuzenica — Pliberk — državna granica duž. 79.725 km, otvorena 1863. god.

10. Pragersko — Kotoriba — državna granica duž. 94.194 km, otvorena 1860. god.

11. Zidani Most — Zagreb (Zapadni) duž. 75.442 km, otvorena 1. X. 1862. god.

III. Privatne lokalne pruge:

12. Celje — Velenje, km 39.218 duž.
13. Ljubljana—Novo Mesto, dužine km 74.699, otvorena 1894. g.
14. Grosuplje—Kočevje, dužine km 49.403, otvorena 1893. god.
15. Trebnje—St. Janž, dužine km 20.716, otvorena 1898. g.
16. Brezovica—Vrhnika, dužine km 11.441.
17. Novo Mesto—Straža Toplice, dužine km 8.242, otvorena 1894. g.
18. Grobelno—Rogatec, dužine km 34.483.
19. Kranj—Tržić, dužine km 14.872.
20. Gornja Radgona—Ljutomer, dužine km 23.569.
21. Poljčane—Konjice, dužine km 14.926.
22. Konjice—Žreče, dužine km 6.006, ovorena 1920. god.
23. Slov. Bistrica—Slov.Bistrica Mesto, dužine km 3.709.
24. Velenje—Dravograd, dužine km 35.968.
25. Bubnjarci—Karlovac, dužine km 29, otvorena 28. XII. 1913. god.
26. Čakovec—Lendava, dužine km 26.445.
27. Murska Sobota—Ormož, dužine km 31.164.

Osim ovih sagrađene su još pruge:

28. St. Janž—Sevnica, dužine km 13, otvorena 1938. god.

29. Rogatec — Krapina sa već postojećom prugom Rogatec — Dobovec dugom 6 km svega 21 km dužine, otvorena u X. mjesecu 1929. g.

U Istri i u Slov. Primorju:

30. Gorica—Ajdovščina, dužine 28 km.

31. Pula—Hrpelje Kozina, dužine 112 km, otvorena 20. IX. 1876. god.

31a. Kanfanar—Rovinj, dužine 21 km, otvorena 20. IX. 1876. god.

32. Sv. Petar — Rijeka dužine 55 km, otvorena 25. VI. 1873. god.

33. Divača—Hrpelje Kozina, dužine 12 km, otvorena 20. IX. 1876. god.

Već godine 1859. počelo se je govoriti o istarskoj željeznici i o uključenju ratne luke Pule u državnu željezničku mrežu. God. 1863. je tršćanski inženjer Buzzi napravio studiju za spoj Trsta s Pulom, ali je na tome i ostalo. Rat s Italijom 1866. god. ukazao je, od kolike bi koristi i važnosti bila željeznička veza s Pulom.

24. VI. 1867. god. podijeljena je pretkoncesija za spoj Trsta s Pulom kao i za odvojak Sv. Petar — Rijeka, ali se nije pristupilo građenju.

Pitanje je opet pokrenuto u martu 1869. god., a u maju iste godine obje su zastupničke kuće izglasale rezoluciju, kojom su od vlade tražile da se ta pruga gradi.

Iste 1869. god. započela je južna željeznica sa građenjem pruge Sv. Petar — Rijeka dužine 54,6 km, a predata je saobraćaju 25. VI. 1873. god. Ona ima 3 tunela, nekoliko dubokih usjeka i visokih nasipa do 42 m visine. Nagibi na njoj su do 1 : 40 = 25‰.

God. 1870. ponovno je iz političkih razloga tražena izgradnja pruge od Pule do Divače, t. j. priključak na Južnu željeznicu kroz Istru i Slov. Primorje. Iz trgovačko političkih obzira traženo je i građenje pruge Beljak — Trbiž i Trbiž — Gorica, uz još neke druge pruge. Izgradnja je ozakonjena 3. III. 1873. god., a država je jamčila 43.800 for. od milje, ili, ako se ne nađe koncesionar, dobila je država ovlašćenje, da sama tu prugu gradi o svom trošku, a tako je i bilo.

Pruga Divača — Pula i Kanfanar — Rovinj u dužini od 19.2 milje (144.6 km) bila je proračunana na 12,910.000 for. ili 671.300 for. po milji, a s osposobljenjem luka u Puli i Rovinju proračunan je bio iznos od 13,536.150 for. ili 703.870 for. po milji. Zakon je sakncioniran 30. IV. 1873.

Unatoč postojećoj gospodarskoj krizi ipak se država odlučila da tu prugu gradi o vlastitom trošku. Otvorenje pruge Divača — Pula dužine 123 km i Kanfanar — Rovinj dužine 21 km uslijedilo je 20. IX. 1876. god.

Saobraćaj na toj pruzi do 1883. god. vršila je Južna željeznica, kada je prugu preuzela država u vlastitu režiju. Pruga je stajala 12,760.469 for., t. j. 88.970 for. po km.

I na ovoj pruzi ima velikih usjeka u stijeni dubokih do 29 m i kamenih nasipa do 37 m visine. Ovakovi duboki usjeci previše su skupi, bilo bi se i ovdje bolje isplatilo, da su se pravili tuneli, koji bi bili jeftiniji, a koji se u tom čvrstom materijalu po svoj prilici ne bi obziđivali, već bi trebali samo laganu kamenu ili betonsku oblogu. Spomena je vrijedno, da na visoravni

između Rodika i Hrpelja Kozine, na čitavih 8 km pruge, nema nego samo 5 propusta, 2 najveća od 2 m otvora, jer u tom kraskom terenu skoro sva voda ponire u zemlju i ništa ne otječe.

Zakonom od 1. VI. 1883. određena je izgradnja spoja od Hrpelja do Trsta dužine 20 km, a pruga je otvorena 5. VII. 1887. god. Od stanice Hrpelje, preko Divače do Trsta ima 57 km pruge, tako da je novom prugom Hrpelje Kozina — Trst put skraćen za 37 km. Građenje pruge Hrpelje — Trst stajalo je svega 3,136.584 for. ili 155.233 for. po km, a privozna pruga od kolodvora Sv. Andrija u Trstu do petrolejske luke Sv. Saba duga 4.3 km stajala je svega 220.000 for.

7. VI. 1887. god. sklopljena je pogodba između države i Južne željeznice za »Peage« saobraćaj na pruzi Ljubljana — Divača. Po tom utanačenju saobraćali su direktni vozovi državnih željeznica od Ljubljane do Pule i obratno sa vlastitim garniturama i osobljem.

Da zapadna Istra, i to gradovi Poreč, Buje i Kopar dobiju vezu sa Trstom, sagrađena je bila zaobilazna uzana pruga duga 153 km, koja je ta mjesta međusobno povezivala, ali je nakon zaposjednuća Istre po Italiji, ova pruga napuštena i uveden je mnogo pogodniji i jeftiniji motorni saobraćaj po cestama iz raznih mjesta do Trsta.

Kao što je bilo i u drugim našim krajevima, tako je i u Istri cilj austrijske željezničke politike bio, da se i taj naš kraj, a osobito ratna luka Pula poveže sa sjeverom.

Veze s Rijekom i Hrvatskom nije bilo, a ona preko Ljubljane bila je i odviše zaobilazna.

Nakon Oslobođenja, naše Narodne vlasti uvrstile su vezu Štalije—Lupoglav u prvi Petogodišnji plan. Pisac ove knjige je 1946. g. napravio studiju za povezivanje Istarske pruge u Lupoglavu sa stanicom Matulji tunelom kroz Učku od oko 6800 m dužine, a u Vranji bi se povezala sa Raškim ugljenim bazenom. Veza u Humu mjesto u Lupoglavu bila bi povoljnija, jer bi uspon na njoj bio samo do 9‰ mjesto 18‰ po projektu Ministarstva željeznica po kojem se ona gradi, ali bi veliki tunel bio nešto duži.

Put Pula—Pazin—Vranja—Hrpelje Kozina—Divača—Sv. Petar—Matulji—Rijeka iznosi sada postojećom prugom 206 km dužine, a nakon povezivanja Matulji sa Lupoglavom, iznosio bi samo 104 km, i bio bi kraći za čitavih 102 km. I put Rijeka—Trst, koji preko Sv. Petra iznosi 129 km, smanjio bi se na 83 km, t. j. za čitavih 46 km. I gradijenta pruge po novoj bila bi povoljnija, pak bi i eksploatacija novom prugom bila jeftinija nego na postojećim prugama.

Iako bi na jednom dijelu tunela kroz Učku zbog brda, u flišnoj formaciji i u laporcima mogle nastupiti stanovite teškoće, ne smije se nikako napustiti ova najpovoljnija veza. Oba tunelska portala istočni i zapadni su smještena povoljno u čvrstom krečnjaku. Masiv Učke kroz koji prolazi tunel sastoji se iz nagnutih izmjeničnih slojeva krečnjaka i fliša

(laporca), u kome ne treba očekivati većih teškoća niti pritisaka, osim eventualnog cijeđenja vode na kontaktima ispod slojeva krečnjaka. Ne smije se nikako provesti priključak sa kraćim tunelom u Kozjaku, dugim samo oko 3500 do 4000 m, jer bi taj put bio previše zaobilazan i duži za oko 38 km. Mjesto 16 km od Matulji do Vranje iznosio bi oko 54 km, pa bi građenje ove vrlo teške pruge istočnim i zapadnim padinama Učke, sa 28 tunela i 56 tunelskih portala u djelomično za građenje nepovoljnom flišu i laporcu otpalo. Tom prugom upropastila bi se Istarska rivijera, i ne bi se postigla svrha, da se čim kraćom prugom poveže Slov. Primorje, Istra i Pula sa Rijekom i željeznicama u Hrvatskoj. Osim toga studije su utvrdile, da bi ta zaobilazna pruga sa kraćim tunelom bila skuplja od kraće pruge s dugim tunelom, a pogotovo, ako se troškovima građenja pridodaju troškovi eksploatacije.

Potpuno su neshvatljivi razlozi nastojanju onemogućenja ove veze, time što se je na pruzi Štalije—Lupoglav namjeravalo kod Vranje, na mjestu priključka, umetnuti maks. uspon, protivno osnovnom principu polaganja trase. (Onemogućenje budućeg priključka). Tim više bi ovo bilo za osudu što ova veza može da bude i dio pruge 45. paralela preko Rijeke, jedne vrlo važne međunarodne pruge.

VEZA LJUBLJANA—KARLOVAC

Već početkom 80-tih godina prošlog stoljeća pokrenuto je bilo pitanje spoja Ljubljane s Karlovcem, ali se je Madžarska tome protivila. Budući da su tada slovenski poslanici bili uz vladu, ova nije smjela da ih potpuno odbije, te je njima uspjelo da osiguraju građenje pruge Ljubljana—Novo Mesto i Straža—Toplice kao i pobočnu prugu Grosuplje—Kočevje dužine 49 km.

Nakon velikih napora i natezanja bila je god. 1893. dovršena pruga do Kočevja. God. 1894. dovršena je pruga od Ljubljane do Novog Mesta, kao i ona do Straže. Ovih 8 km samo s obzirom na interese kneza Auersperga, koji je imao tamo svoja imanja.

Pruge Dolenjske željeznice bile su proračunane na 6,200.000 kruna temeljnih akcija, od kojih je država preuzela za 5,000.000 kruna akcija, dakle 5/6 temeljnog kapitala. Dalje je bilo izdano za 14,000.000 kruna prioritetnih obligacija, za koje je pokrajina Kranjska preuzela jamstvo i obavezu plaćanja kamata.

Da olakša jamstvo, pokrajinska vlada Kranjske utanačila je pogodbu s Trbovljanskim ugljenokopnim društvom, da će za 26 godina preuzimati od tog društva ugljen uz ugovorenu cijenu, a dobitak se je imao dijeliti između željeznice i ugljenokopne družbe. Rezultat je bio, da je potrebita svota za kamate i za amortizaciju time bila skoro potpuno pokrivena tako, da je garancija pokrajine postala bespredmetna, i ova nije imala da snosi nikakav teret.

Budući da se je gradilo vrlo štedljivo, ušteđen je iznos od oko 2 milijuna prioritetnih akcija. Tim je novcem god. 1897./98. sagrađena pruga iz Trebnja do Št. Janža dužine 23 km.

Od stanice St. Janž do Sevnice, t. j. do priključka na glavnu prugu Zidani Most — Zagreb, nedostajalo je još 13 km pruge, i taj dio nije bio sagrađen. Sagradila ga je Jugoslavija, a otvorena je 1938. god., i time je uspostavljena veza sa zapadnom i istočnom željezničkom mrežom preko pruge Zidani Most — Zagreb.

Nakon dovršenja gore spomenute pruge do Novog Mesta nastojalo se uspostaviti vezu s hrvatskim željeznicama kod Metlike, ali se je naišlo na veliki otpor i Madžarske i Austrije. Ova posljednja se je pobojala, da će ta veza koristiti Rijeci, a naškoditi Trstu.

Austrijsko se ministarstvo željeznica bojalo, da ne bi Madžari svojom tarifnom politikom privukli sav izvoz drva iz tih slovenskih krajeva sve do Ljubljane preko hrvatskih pruga na Rijeku.

Nakon dugog natezanja privolili su u Beču na prugu do Metlike, ali da ona bude uskotračna, znajući, da bi dvostruki pretovar onemogućio svaki tranzitni teretni saobraćaj.

Ovo natezanje trajalo je do 1905. god., kada je na prijedlog slovenskog poslanika Šuklje cijeli parlament usvojio rezoluciju, kojom je zahtjevano od vlade, da odmah predloži zakon za izgradnju željeznice od Novog Mesta do Karlovca i od Ogulina do Knina, kojom bi se Dalmacija povezala željezničkim putem sa sjevernim krajevima.

Na osnovu te rezolucije austrijska je vlada kod pregovora za obnovu nagodbe između Austrije i Ugarske 1907. god. zapisnički uglavila, da će se sagraditi željeznički spoj Austrije s Dalmacijom, tako da će obje vlade svaka na svom teritoriju, izgraditi normalni željeznički spoj s jedne strane od Novog Mesta do Metlike i otud do Karlovca, a s druge strane od Ogulina ili koje prikladnije točke na pruzi Zagreb—Rijeka preko Gospića i Gračaca do Pribudića i od Pribudića do Knina i time povezati postojeću prugu Ljubljana — Novo Mesto s prugom Split — Knin. Računalo se onda, da će željeznička veza Ljubljana — Split iznositi otprilike 520 km (ova veza iznosi danas 526 km) i to 250 km na austrijskom teritoriju, a 270 km na hrvatskom. Na dotada austrijskom teritoriju u Sloveniji i Dalmaciji, imalo se je sagraditi 49 km od Novog Mesta do Metlike i od hrvatske granice kod Pribudića do Knina dužine 21 km, a u Hrvatskoj od granice između Metlike i Bubnjaraca do Karlovca dužine 29 km i od Ogulina preko Like do Pribudića dužine 194 km.

Ovaj sporazum je ozakonjen u Austriji 30. XII. 1907. god.

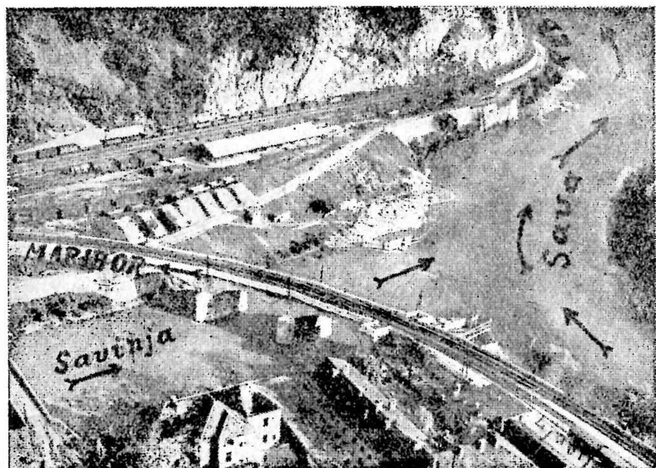
Po ovom zakonu moralo se je povezati i Črnomelj na željezničku prugu, i to uključiti ga direktno u glavnu prugu, ili jednim odvojkom. Građenje je imalo započeti 1908. god., a pruga se morala dovršiti u 1911. god. Unatoč tome dio pruge Karlovac — Metlika predan je saobraćaju

tek 28. XII. 1913. god., a onaj od Metlike do Novog Mesta 22. V. 1914. g., kako je to već spomenuto.

Pruge su građene kao glavne pruge II. reda, ali s velikom štednjom. Pri svršetku gradnje i iza njezina otvorenja izvedeni su neki ispravci zbog poboljšanja i sigurnosti saobraćaja. Izbačeni su neki prijelazi u nivou, i napravljeni su podvožnjaci ili nadvožnjaci.

IZRAVNA VEZA LJUBLJANA — ZAGREB

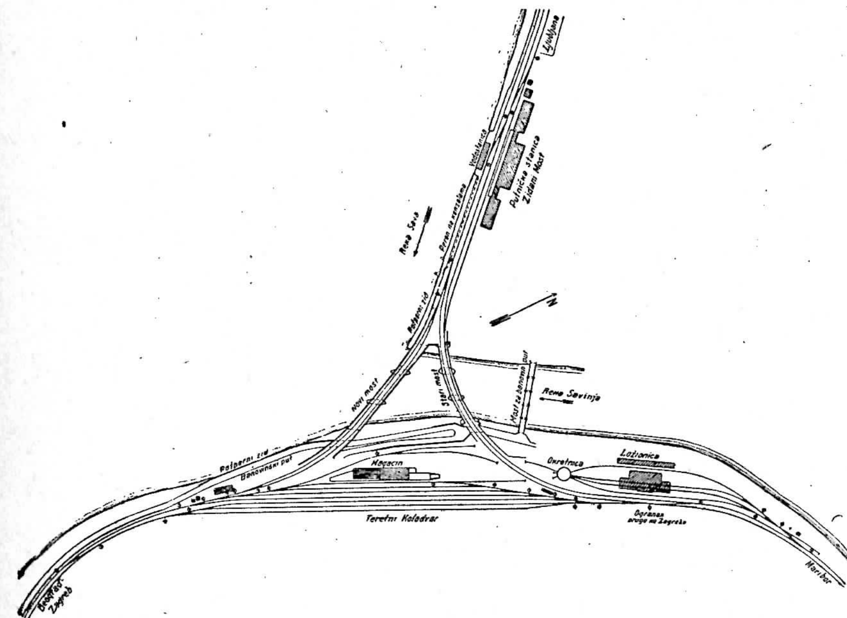
Stanica Zidani Most je smještena u uskoj klisuri pred utokom Savinje u Savu na lijevoj obali Save u R = 189.6 m (600 stopa) u pravcu Ljubljana —Maribor, koji je dotada bio glavni pravac vožnje, a nije bilo direktne veze sa Zagrebom i istočnim dijelom države (slika 47.). Taj je pravac postao za nas glavni, dok je pravac Maribor—Ljubljana zadržao važnost internacionalne veze u pravcu Trsta. Na lijevoj obali Savinje prije utoka u Savu smještena je ložionica s odnosnim postrojenjima, a na pruzi prema Za-



Sl. 47. Čvorište Zidani Most prije uspostavljanja izravne veze Ljubljana—Zagreb—Beograd

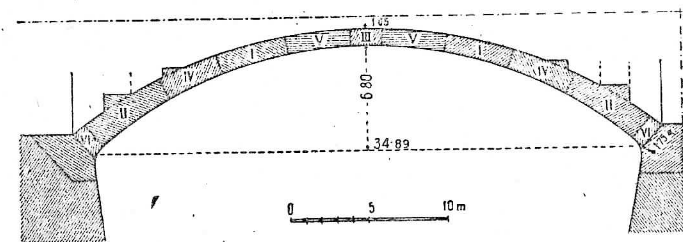
grebu smješten je teretni kolodvor. Prijelaz vlakova iz Ljubljane za taj pravac prema istoku vršen je uzvratom kod ložionice u pravcu Maribora i preko teretnog kolodvora. Vozovi su time gubili mnogo vremena, a bila je i velika smetnja za odvijanje teretnog saobraćaja. Odmah po stvaranju bivše Jugoslavije počelo se je proučavati pitanje uspostavljanja direktne veze Ljubljane sa Zagrebom. Da bi se te smetnje uklonile (članak ing. E. Kricka u br. 22., 23. i 24. Tehničkog Lista od 1933. g.), već godine 1926. izvršene su u Direkciji Ljubljana studije za riješenje ovog važnog saobraćajnog pitanja, t. j. izravne veze između Ljubljane—Zagreba i Beograda, a u god. 1928. napravljen je detaljni projekat za svođenim mostom preko Savinje (sl. 48.). Teškoće je uvećala okolnost, da su u uskoj klisuri na

tome mjestu za stanicu Zidani Most bili upotrebljeni polumjeri R = 189.6 m, a ta se stanica iz saobraćajnih razloga morala produžiti i proširiti sa još jednim kolosijekom i s peronom, što je izvedeno na konsolama od armi-



Sl. 48. Čvorište Zidani Most nakon uspostave izravne veze Ljubljana—Zagreb. Situacija

ranog betona i na zidovima do 12 m visine s ljubljanske strane stanice, sve fundirano na čvrstoj stijeni. Ovi radovi su izvedeni god. 1930./31., a predaja mosta sa svim radovima izvršena je 18. VIII. 1931. god. i time



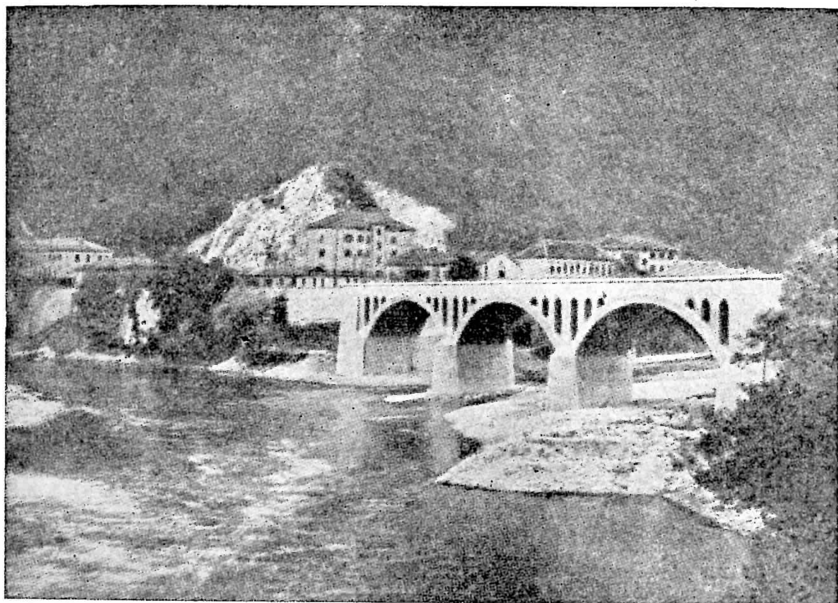
Sl. 49. Čvorište Zidani Most. — Raspored betoniranja i raspon glavnih svodova

uspostavljen direktan saobraćaj između Ljubljane—Zagreba i Beograda. Sl. 49. prikazuje raspon glavnih svodova i rad pri betoniranju, a slika 50. gotovi most.

BOHINJSKA ŽELJEZNICA

Zbog velike važnosti ove željeznice za naše zapadne krajeve, kao i za međunarodni saobraćaj, iznosimo kratak historijat ove željeznice.

Kao što je Južna željeznica, koja je spajala glavni grad Austrije Beč s Trstom, morala da prođe našim slovenskim krajevima, tako je i druga veza austrijskih pokrajina zapadno od Beča i južne Njemačke sa Trstom morala da prođe zapadnim slovenskim krajevima, kao najpodesnijim putom, i to od južnog dijela doline Drave i sjevernih padina Karavanki pak sve do Trsta.



Sl. 50. Čvorište Zidani Most. Novi most nakon uspostavljene veze Ljubljana—Zagreb

Namisao za uspostavu ove željezničke veze pojavila se malo iza otvorenja pruge Beč — Trst, već 60-tih godina prošlog stoljeća. Ali Alpe, koje su se u tri niza isprijećile okomito na smjer sjever—jug ove pruge, bile su onda skoro nepremostive prepreke građenju te željeznice. Tehnika građenja dugih baznih tunela nije u ono vrijeme bila dovoljno razvijena, pak se nije smjelo ni pomišljati na probijanje Visokih Tura, Karavanki i Julijskih Alpi dugim tunelima. Tada su se željeznice gradile većinom u nizini, uz tokove rijeka. Jedina željeznica preko Semmeringa popela se je do na 900 m i prešla je istoimeno sedlo malim tunelom od 1430 m dužine, a bila je u ono vrijeme čudo tehnike. Uza sve to mnogo se je proučavalo pitanje povezivanja austrijskih pokrajina zapadno od Beča s Jadranom, koliko s tehničke toliko i s privredne strane, pravljene su razne studije, a i razne pokrajine su isticale svoje posebne zahtjeve. Zadatak državne uprave

i inženjera bio je, da uskladе sve te razne interese, da utvrde najpovoljniju trasu, koja bi udovoljila tim raznim zahtjevima, a da ona bude dobra u tehničkom pogledu što se građenja tiče, kao i povoljna i ekonomična za eksploataciju. Inženjeri su imali da riješe ovo teško i složeno pitanje i proučavali su razne mogućnosti od god. 1868. pak sve do 1875. god., ali zbog njegove zamašnosti zakon nije bio donešen. I kroz narednih 25 godina dalje je na tome rađeno i proučavane su razne veze sve do godine 1900. Uporedo s proučavanjem povezivanja Dravske doline na jug s Trstom studirano je i pitanje povezivanja Celovca i Beljaka kao i Dravske doline sa sjeverom kroz Visoke Ture. Zbog ogromne važnosti obadviju veza u zakonu su predviđene obje pruge, jer sama jedna nije mogla da ovo pitanje riješi. Zadaća je te željeznice bila da poveže austrijske pokrajine zapadno od Beča s Trstom, i to Češku, Gornju Austriju (Linz), kao i Salzburg, a preko njega i južnu Njemačku. Koliko jedna, toliko i druga pruga, a isto tako i njihovo produženje do Trsta bilo je od osobite privredne važnosti, čemu se nije moglo udovoljiti samom jednom prugom. Zbog toga je austrijska vlada god. 1900. podnijela carevinskom vijeću zakon, da se sagrade pruge:

a) jedna istočnije, koja će spajati Prag, Budjejovice i Linz preko Selztala i doline Kremsa s dolinom Ennsa, pak preko Celovca do Podrošca (Rosenbacha) i

b) druga, koja spaja Bavarsku preko Salzburga—Schwarzach St. Veit — Badgasteina — tunelom kroz Visoke Ture sa Spital n/Dravi, do Podrošca u dolini Drave, gdje se povezuje s prugom pod a), otkuda se probija kroz Karavanke i obje, kao jedna pruga, idu do Trsta.

Kako je već rečeno, kod Podrošca se spajaju pruge: istočnija sa sjevera iz Selztala i Leobena, s onom iz sjevero-zapada od Salzburga i Tirola preko Beljaka, u koju ulazi ona sa zapada Zilskom dolinom preko Trbiža i probijaju se dvotračnim tunelom kroz Karavanke, da kod Hrušice nešto sjevero-zapadno od Jesenica stignu u sliv Save. Državnu granicu prelazi pruga u tunelu ispod vrha Rošca, oko 4 km sjevernije od izlaznog portala kod Hrušice.

Zakon za građenje ovih željeznica druge veze Trsta sa sjeverom usvojen je.

Po ovom zakonu imale su se graditi pruge:

1. Turska željeznica, koja je spajala doline Salzacha i Drave, od Schwarzach — St. Veit, preko Badgasteina do Spital n/Dravi, duga 80 km, a prolazi vododijelnicu u Turskom tunelu, dugom 8550 m, na koti 1226 m.

2. Pyrn željeznica, koja spaja Klaus u dolini Kremsa s dolinom Ennsa preko Steyrlinga — Ardninga i Selztala, duga 43 km, s vododijelnom kotom od 733 m.

3. Karavanska željeznica, i to krakovi od Beljaka do Podrošca (Rosenbacha) i od Celovca do Podrošca, a otud tunelom od Podrošca do Hru-

šice i Jesenica, zbog veže doline Drave s dolinom Save Dolinke, ukupne dužine 65.4 km, s vododijelnim tunelom duž. 7976 m i kotom od 638 m.

4. Bohinjska željeznica, koja povezuje sliv Save s dolinom Soče, a vodi od Jesenica na Bled — Boh. Bistricu — Podbrdo — Grahovo — Goricu i Sv. Petar dužine 92.7 km, s vododijelnom kotom od 534 m u Bohinjskom tunelu, dugom 6339 m.

5. Željeznica od Gorice preko Krasa, neovisna od Južne željeznice, preko Sv. Danijela — Dutovlja i Općine na Trst, dužine 52 km, sa vododijelnom kotom od 322 m.

Sve ove pruge imale su se graditi kao glavne pruge prvog reda, sa maksimalnim usponom ili padom do 25‰, a svi veliki tuneli za dvotračnu prugu. Željeznica pod 2. imala se graditi kao glavna pruga II. reda, a tunel kroz Bosruck dug 4766 m za jednokolosječnu prugu.

Napravljeno je bilo mnogo detaljnih studija i projekata zbog velike važnosti i teškoća svake pojedine pruge. Za tursku željeznicu bilo je proučeno 9 raznih trasa, koje su vodile računa ne samo o tehničkoj mogućnosti građenja, o njihovoj povoljnosti za eksploataciju, o ogromnim iznosima, koji su se imali utrošiti, već i o interesima predjela, kroz koje su one prolazile. Slično je bilo i s ostalim prugama.

Za vezu Beljaka s Celovcem trebalo je sagraditi prugu dolinom Drave, i to Beljak — Podrošac dužine 23 km i Celovec — Podrošac — Jesenice dužine 62.8 km, s tunelom kroz Karavanke i dalje za Trst, a bila su uglavnom tri projekta, i to:

1. Od Beljaka do Celovca dolinom Drave, a od Kaple ob Dravi tunelom ispod Ljubeljskog prijelaza, dalje Bistricom, preko Save na Kranj, Škofjuloku, Poljanskom dolinom na Žiri, preko sedla Grambušeka i Hrušice u dolinu Vipave i na Divaču.

2. Kao ad 1. do Kaple i dalje do Podrošca (Rosenbacha), pak Velikom Suhom, tunelom do Hrušice, te na Jesenice.

3. Od Trbiža na istok, pak tunelom od 9225 m dužine kroz Mangrd u dolinu Soče i njome na Goricu i Trst.

Ad 1. Za ovu prugu živo su se zalagali predstavnici tadanje pokrajine Kranjske. Njome bi se bio skratio put od Beljaka za Trst za 31 km, ali je morala da prijeđe šest vododijelnica, čime bi se povećao zbroj savladanih visina za 500—600 m prema obadvije druge varijante, što je ovu pravilo mnogo nepovoljnijom za eksploataciju od ostale dvije. Druga joj je mana bila, što je vodila blizu i uporedo s Južnom željeznicom, uključila bi željeznici malo novog priticajnog područja, a mimoišla bi ekonomski važnu dolinu Soče.

Ad 2. I ova se odvaja u Celovcu, ide preko Žihpolja, prelazi Dravu i nakon što se na nju poveže pruga iz Beljaka, Ziljske i Kanalske doline u stanici Podrošac, iza ove stanice ulazi u dvotračni tunel i probija se kroz Karavanke sa vododijelnom kotom od 638 m. Kod Hrušice izlazi iz tunela dugog 7976 m i stiže u dolinu Save Dolinke, spušta se do Jesenica, prolazi

Bled i Boh. Bistricu, iza koje se opet penje i probija kroz Julijske Alpe tunelom dugim 6339 m, otkuda pada do Gorice. Kod Podbrda ulazi u dolinu Bače, jako vijugavu sa klizavim padinama i osobito tešku za građenje željeznice. Ovaj dio pruge zadao je mnogo briga graditeljima inženjerima i radnicima, dok su sve ogromne teškoće bile s uspjehom savladane. Iz doline Bače prelazi u dolinu Idrije pak u dolinu Soče, kojom vodi do Solkana, prelazi Soču i ulazi u stanicu Gorica na koti 90 m. Soča kod Solkana je premoštena veličanstvenim svođenim kamenim mostom s priključnim vijaduktima, remek djelom tehnike. Od Gorice vodi rekonstruiranom prugom u dolini Vipave do Prvačine, odvaja se južno, penje se na krasku visoravan, pak preko Sv. Danijela, Dutovlja i Općine stiže u Trst — Sv. Andrej. Od Gorice na koti 90 m pruga pada do Volčije drage na kotu 53 m, a otud se opet penje s 25.1‰ do vododijelne kote 322 m na izlazu iz tunela kroz Repentabor. Po premoštenju pruge Ljubljana—Trst ulazi uželj. stanicu Općina, koja je petljom povezana sa spomenutom prugom. Iz stanice Općina pada sa 23.7‰ do Trsta na kotu 2.25 m. Ovaj dio pruge, od Gorice do Trsta u dužini od 56 km, bio je jednostavan za građenje, a popeo se je na krasku visoravan, da nova pruga ne bi vodila uz postojeću željeznicu od Gorice do Trsta, jer ova nije bila državna, a nova nije smjela da bude konkurentna pruga.

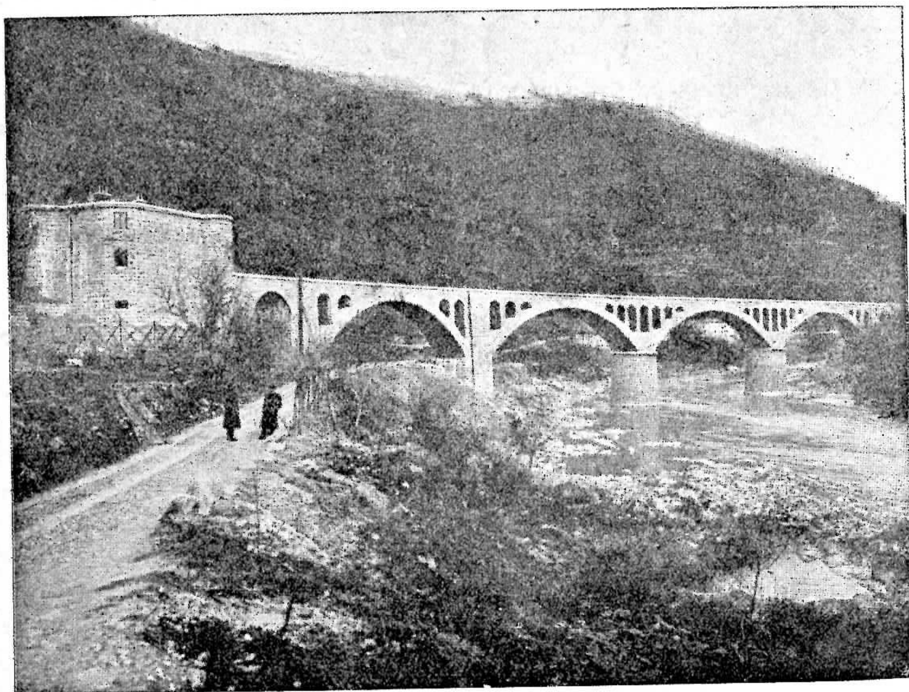
Ova druga veza Trsta sa sjeverom zbog velikih vododijelnih tunela Turskog, Karavanskog i Bohinjskog i zbog osobito teškog planinskog terena, naročito onog u dolini Bače, bila je vrlo skupa, ali je u saobraćajnom pogledu bila povoljnija od svih ostalih i s najmanjom visinom dizanja, pak je zato ona predložena za izvedbu.

Ad 3. Ova je treća linija kroz Mangrt bila u tehničko privrednom pogledu najpovoljnija. Bila je bolja, a i nešto kraća i od mnogo tražene Predilske željeznice. Ona se penje do najviše kote od 748 m, nema izgubljenih padova, ali velika mana joj je bila neposredna blizina državne granice, pak zbog toga nije predložena da se gradi.

Bohinjska željeznica ima za nas osobitu važnost, budući da ona od Celovca i Dravske doline, pak i njezino produženje do Bohinjske Bistrice, Gorice i do Trsta, vodi čisto našim slovenskim krajevima, koje uključuje u železničku mrežu, neovisno od bivše Južne željeznice i ove krajeve izvodi na more u Trstu na naš sjeverni Jadran. Od državne granice kod Jesenica do Trsta je duga 152 km, a otvorena je 19. VII. 1906. g. Poradi nepravedne i pristrane odluke naših zapadnih »saveznika«, Trst je otrgnut od svog prirodnog zaleđa i od našeg teritorija, pak smo morali, da ovu toliku važnu željezničku prugu od Dutovlja na pruzi Gorica—Trst povežemo sa Sežanom na pruzi Ljubljana—Trst, sa 9 km jednostavne kraske pruge. Pisac ove knjige predložio je tu vezu 1946. god. Njezinu opravdanost su naše narodne vlasti uočile i početkom 1948. počela se ta pruga graditi, a dovršena je 21. decembra 1948. god. Time je Bohinjska pruga povezana s Ljubljanom, a preko Divače i s prugom Hrpelje — Pula. Bohinjska pruga mogla

bi se povezati s Ljubljanom i od Sv. Lucije do Škofjeloke kao i preko Ajdovščine do Logatca. Ove dvije veze su kraće od one preko Dutovlja, ali su mnogo teže i skuplje.

Ako prugu Hrpelje Kozina — Pula povežemo prema studiji pisca ove knjige od Lupoglava (Huma) do Matulji s 22.5 km nove pruge u jednoličnom padu od 11.5‰ i tunelom kroz Učku, dužine cca 6.800 m (ili 7.400 m), onda ćemo je spojiti najkraćim putem s Rijekom, a tarifski moramo izjednačiti naše luke Pulu i Rijeku s Trstom. Vezu Lupoglav (Hum)—Matulji moramo svakako sagraditi zbog bolje povezanosti Rijeke s Istrom i Pulom i s Bohinjskom prugom, jer je ona kraća i povoljnija od veze preko Sv. Petra.

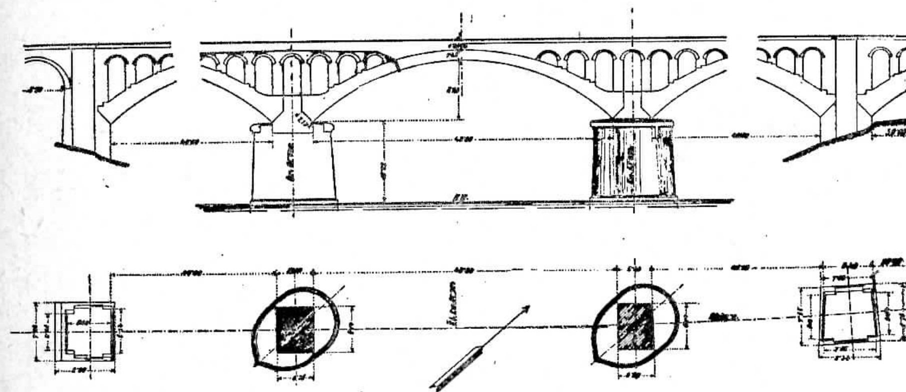


Sl. 51. Bohinjska željeznica. — Most preko Soče kod Kanala

Ova veza Lupoglav (Hum)—Matulji, kako je već spomenuto, udopunjuje međunarodnu prugu 45. paralela preko Rijeke i time dobiva međunarodno značenje.

Dio Bohinjske pruge od Jesenica do Bohinja građen je u srednje teškom planinskom terenu kao jednotračna glavna pruga I. reda sa *Rmin* = 250 m i od izlaza iz Karavanskog tunela do Jesenica sa srednjim padom od 19,5‰, a otud pruga pada i penje se izmjenično do Bohinjskog tunela ne prekoračujući 18‰. U Bohinjskom tunelu do vododijelnice uspon je 2.5‰, a od nje pruga pada u tunelu sa 10‰ do stanice Podbrdo. Iza ove stanice pruga pada do stanice Grahovo s 23,7‰ maks. pada, a otud dalje sve do Gorice

ne prelazi 15‰. U jako krivudavoj dolini Bače pruga je osobito teška i neprestano mijenja obalu ili se probija tunelima, da bi izbjegla pogibeljna klizišta na padinama. Iza četvrtog premoštenja Bače probija se pruga kroz Bukovo tunel, dužine 928 m, u osobito »potiskujućem« brdu, pa je i njegovo građenje bilo izvanredno teško. Veliki dio tunela morao se rekonstruirati zbog pucanja, ljuštenja i potpunog deformiranja zida. Neki prstenovi, zbog deformacije bili su dobili oblik osmice i morali su se i po dva puta rekonstruirati. Prsten 54, koji je bio izbijen i na podgradi, bio je zatrpan provaljenim materijalom, koji se je odcijepio iznad tunela, a djelomično su bili ispunjeni i susjedni prstenovi. To je povećavalo pritisak u tunelu i uvjetovao je ponovnu rekonstrukciju tih prstenova. O ovom tunelu kao i o narednom Murggraben tunelu, bit će još govora u knjizi »Tuneli«.



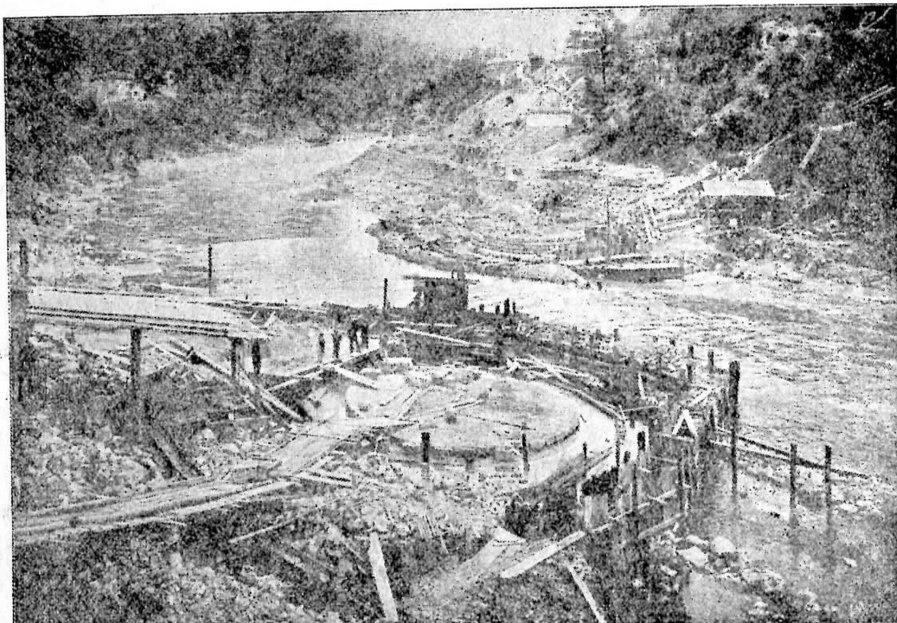
Sl. 52. Bohinjska željeznica. Most preko Soče kod Kanala. — Raspored stubova

Dio pruge od Bohinjskog tunela do Gorice izveden je u teškom planinskom terenu, s više klizavih partija, koje se nisu dale izbjeći, pak su zbog toga teškoće pri građenju bile ogromne. Vještački radovi većih dimenzija ređali su se jedan za drugim, i daleko bi nas odvelo, kad bismo željeli da sve opišemo. Napomenut ćemo samo dva važna i velika svođena mosta preko Soče, onaj kod Kanala i onaj kod Solkana blizu Gorice.

Onaj kod Kanala je dug 242 m, premošćuje Soču s tri kamena svoda po 40 m raspona, cestu od Gorice za Trbiž svodom od 30 m, a sa strane ima još po dva manja svoda od po 8 i po 6 m, sa štednim otvorima iznad glavnih svodova (slika 51.). Visina pruge je 11.5 m iznad visoke vode, od male vode 21 m. Most je koso položen prema Soči, pod kutom od 41° (sl. 52.). Unatoč relativno maloj strelici i kosom položaju prema rijeci, most ima vrlo lijep oblik. Zbog jake struje u Soči, naglih i velikih razlika vodostaja, a da svodovi budu pravilni prema osovini pruge, oba riječna stuba morala su zadržati smjer rijeke, pak su izvedeni sa širinom od 9.60 m, a tek iznad visoke vode smještene su pete svoda. Stubovi su fundirani na čvrstom krečnjaku do kojega se stiglo otvorenom jamom, ograđenom dvostrukim zagatima oko stubova, ispunjenih betonom i glinom. Voda je

crpljena iz temelja centrifugalnim šmrkovima. Zagati s temeljem goričkog riječnog stuba vide se na slici 53. Troškovi gotovog mosta iznosili su 557.000 zlatnih kruna.

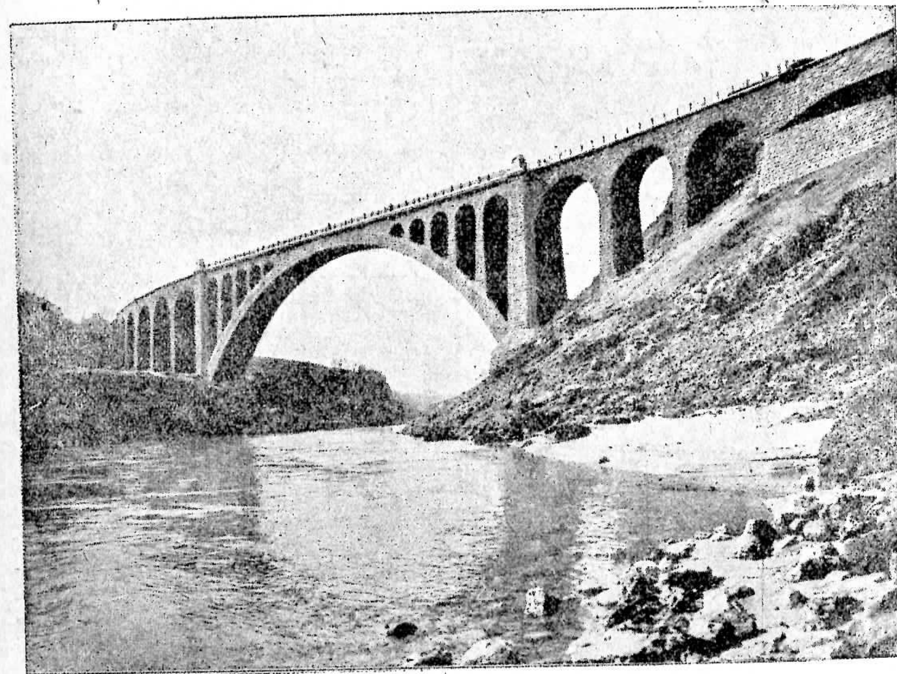
Druga, najveličanstvenija građevina na ovoj pruzi je most preko Soče kod Solkana. Soča je premoštena jednim velikim otvorom u kamenu od 85 m raspona, s priključnim vijaduktima s obje strane i štednim otvorima iznad glavnog svoda. (Vidi sl. 54.). Pruga premošćuje Soču u »S« krivini, s međupravcem u sredini mosta od samih 20.43 m, na koju priključuju prelazne krivine za $R = 250$ m na obje strane. Pruga je u usponu od 3‰, a



Sl. 53. Bohinjska željeznica. Temeljenje goričkog riječnog stuba mosta kod Kanala

niveleta je 36.5 m iznad niske vode. Glavni otvor je segment kruga, na koji se priključuju vijadukti od 41 m, odnosno 81 m dužine. Čeone plohe su nagnute 1/20, a širina mosta u visini pruge iznosi 5.60 m. Predviđalo se, da će temeljenje upornjaka svoda biti lagano, na čvrstom konglomeratu obala, ali se kasnije ustanovilo, da je sloj konglomerata na lijevoj obali suviše tanak i jako raspuknut, a niti na desnoj obali nije bio sasvim čvrst. Ipak se ostalo pri projektu svođenog mosta, jer se ovakvo rješenje smatralo iz tehničkih, ekonomskih i estetskih razloga najpodesnijim. Odlučeno je bilo, da se odstrani sloj konglomerata i fundiraju upornjaci na povezanom šljunku s obje strane mosta, a da se tlo ne optereti preko 4 kg/cm². Da bi se to postiglo, proširena je stepenasto ploha desnog upornjaka na 223 m², a lijevoga na 320 m². Sa svake strane je ugrađena armirano-betonska ploča, a na tim pločama po tri reda klesanaca, koji stepenasto prenose

pritisak upornjaka na temeljnu ploču (sl. 55.). Pukotine i šupljine u temeljima ispod ploče ispunjene su rijetkim betonom pod pritiskom. Naprezanje u tjemenoj reški svoda iznosilo je 28 kg/cm², a u oporcima 40 kg/cm², koje je s reda na red stepenasto prenošeno do 4 kg/cm² dozvoljenog naprezanja u temelju. U obje temeljne ploče iz armiranog betona ugrađeno je 100.000 kg željeza. Fundiranje stubova za priključne vijadukte izvršeno je u otvorenim jamama i bez teškoća, koje su izbetonirane ili ozidane u kamenu lomljenjaku.

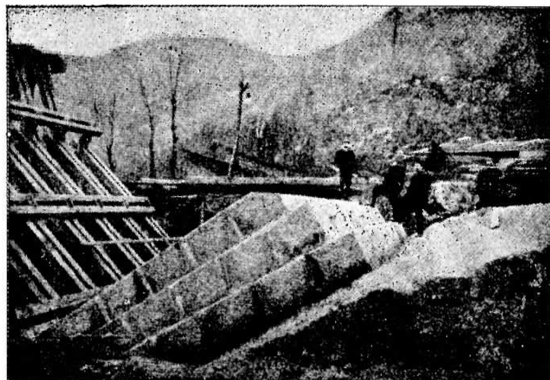


Sl. 54. Bohinjska željeznica. — Most preko Soče kod Solkana. Kameni svod 85 m raspona

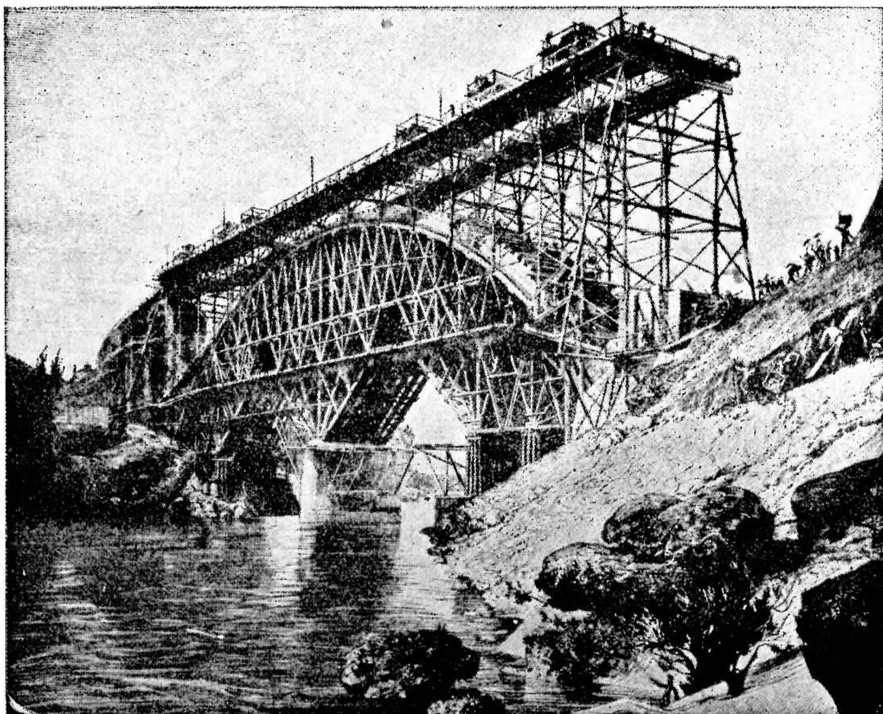
Od osobite važnosti je skela za glavni otvor svoda od 85 m raspona iznad struje Soče, kojoj se vodostaj naglo mijenja od najnižega do najvišega. Slika 56. po bakrorezu prof. Michaleka vjerno prikazuje konstrukciju skele za taj ogromni raspon kamenog svoda od 85 m otvora s radnom skelom iznad nje.

Slobodno montirana skela s obje strane za tako veliki otvor svođenog kamenog mosta nije bila moguća. Poradi razlika vodostaja od 8.6 m i jake struje nije se smjelo ni pomišljati na pobijanje pilota u sredini rijeke, kao uporišta za postavljanje skele. Zbog toga je u sredini rijeke pneumatično fundiran jedan pomoćni stub, o koji se je odupirala skela u sredini. Ovaj je stub fundiran na čvrstim glinenim škriljcima 9.2 m ispod niske vode. Netom je stub spušten na dno i keson pod njim izbetoniran, nadošla je naglo voda, odnijela je čitavu skelu oko njega sa zračnom komorom, koja

se je baš otkopčala. Nije bilo žrtava niti veće štete. Na obali s obje strane postavljena su po 2 jarma na betonsku podlogu, kao uporišta za skelu, čime joj je smanjen slobodni otvor.



Sl. 55. Bohinjska željeznica. Most preko Soče kod Solkana. Željezno betonska ploča u temelju oporaca sa 3 reda klesanaca



Sl. 56. Bohinjska željeznica. Most preko Soče kod Solkana. Konstrukcija skela za oblučila svoda i radne skele mosta. (Po bakrorezu prof. L. Michaleka)

Oblučila za svod sastojala su iz 7 jednakih lukova, koji su ležali na skeli, a imali su 17 gibnjeva na po 7 m visine iznad oporaca. Svaki gibanj je bio snabdjeven posebnom napravom za rastavljanje. Za čitavu skelu je upotrebljeno 1161 m³ drveta. Svod je izveden sa zasebno potpuno ozidanim tjemenom i oporcima, a most je računan po teoriji elasticiteta kao 3 puta statički neodređen. Kamen za ozidanje bili su krečnjački klesanci od 0.3 do 0.8 m³ iz kamenoloma kod Nabrežine, isklesani točno prema reškama svoda. Čvrstoća kamena na pritisak je bila 1750 kg/cm², a opitima je utvrđena njegova potpuna otpornost protiv smrzavanja. Za glavni svod je upotrebljeno 1960 m³ klesanaca.

Zbog jednoličnog opterećenja i da ne bi nastupilo deformiranje obučila, svod je zidan istodobno u 8 pojasa, a reške između njih, koje su išle kroz čitavu širinu svoda, ispunjene su tek nakon zatvaranja posljednjeg zidanog odsječka. Time je zapriječeno nastajanje eventualnih mogućih pukotina u zidu svoda. Čitav svod je ozidan u 18 radnih dana, a nakon njegova zatvaranja ostavljena je skela sa obločilima pod njim još 5 sedmica, pak su obločila jednovremeno spuštena i odstranjena.

Stubovi za male štedne svodove iznad glavnog svoda ozidani su do visine oporaca pred spuštanjem obločila. Nakon spuštanja obločila ustanovljeno je spuštanje svoda u tjemenu od samo 6 mm.

Da ne bi nastale eventualne pukotine u nadozidu iznad glavnog svoda zbog njegova dizanja i spuštanja pri promjenama temperature, ostavljene su vještačke reške između oporaca i zida iznad glavnog svoda. Ove reške su zapriječile nastajanje pukotina u svodovima štednih otvora, i ustanovljeno je, da se na mostu nisu pojavile nikakove pukotine.

Nakon potpunog dogotovljenja mosta, spuštena su obločila i odstranjena skupa sa skelom pod njima, a pomoćni stub u sredini rijeke odstranjen je lagumima, pak su izvršena osiguranja obala za zaštitu upornjaka mosta od svakog podlokavanja.

Ovaj veličanstveni most srušen je zbog vojnih operacija u I. svjetskom ratu. On je kasnije bio opravljen prema prvobitnom projektu i obliku, ali za nešto manja dozvoljena opterećenja. U II. svjetskom ratu most je bio nešto oštećen ali su ga naše vlasti opravile i 1948. god. je po njemu pušten redoviti saobraćaj i uspostavljena veza sa Sežanom na pruzi za Ljubljanu.

GRAĐENJE ŽELJEZNICA U BIVŠOJ JUGOSLAVIJI POSLIJE 1918. GOD.

D r u g a k n j i g a Ing. Milenkovića govori o građenju željeznica u Jugoslaviji od 1920.—1935. god.

Razdoblje od god. 1918. do 1935. razdijelio je ing. Milenković u pet perioda.

I. period govori o opravci u ratu porušenih pruga od 1918. god. do 1920. god. U početku je na opravci najintenzivnije radila vojska, da se

uspostavi bar provizoran saobraćaj. Treba istaći, da su Nijemci prilikom povlačenja sistematski potpuno uništavali pruge. I to šinju po šinju, objekat za objektom, a osobito velike mostove. Pruge su opravljene u tri etape:

1. za vagonetski saobraćaj između velikih objekata za dovoz materijala,

2. za provizoran lokomotivski saobraćaj za putnike, robu i prijevoz teškog materijala za definitivnu opravku do brzine od 30 km na sat, a

3. etapa se sastojala u podizanju porušenih staničnih zgrada, i vodnih stanica, ložionica, stražarskih kućica, izmjeni pragova i nabavci i uspostavljanju mosnih konstrukcija.

Do kraja 1920. god. beogradska željeznička direkcija preuzela je od Direkcije za građenje, u ratu porušenih i opravljenih pruga normalnog kolosijeka 1000 km, uzanog 0,76 m oko 524 km i uzanog 0,60 m oko 270 km. Definitivna opravka vršena je ujedno, dok su saobraćali vozovi. Na opravci pruga od 1919. god. do 1920. god. utrošeno je svega na području beogradske direkcije oko 250 milijuna dinara.

II. period prikazuje radove na građenju započetih, a zbog rata nedovršenih željezničkih pruga od 1920. god. do 1922. god. U tu je svrhu juna mjeseca 1921. god. zaključen unutarnji 7% investicioni zajam od 500 milijuna Din, koji je uglavnom imao služiti, da se dovede u red saobraćaj na željeznicama i u pomorskim lukama. Mnogo se prigovaralo upotrebi ovog zajma.

Upotreba zajma:

1. Obnova postojećih pruga i osposobljavanje glavne pruge Zagreb — Beograd — Caribrod, odnosno Đevđelija za intenzivan saobraćaj. Tu se ubraja i podizanje stanova za osoblje u Zagrebu, Beogradu i Subotici, da bi se oslobodili vagoni, koje su u velikom broju zaposjeli željezničari za stanovanje. Radovi, koji su se imali izvesti, navedeni su u 16 točaka, a iznosili su 200 milijuna dinara.

2. Trasiranje novih, dovršenje započetih i popunjenje novim granicama prekinutih pruga. Radovi su navedeni u 14 točaka, a iznosili su 165 milijuna dinara.

3. Adaptacija pristaništa i opskrba pomorskih oblasti za neophodne potrebe stvorene novom državom, a iznosili su 70 milijuna dinara.

4. Za potrebe centralne uprave saobraćaja predviđeno je 20 milijuna dinara.

5. Ostatak zajma ima se upotrebiti za građenje putova.

Po zaključku skupštine od 3. XI. 1921. god. financijski odbor ima da kontrolira utrošak zajma.

Protiv zajma nije bilo prigovora, ali je kritiziran rad na dovršenju pruga: Topčider — Mala Krsna i Niš — Knjaževac, jer su te radove vršili odbori sastavljeni od inžinjera Direkcije za građenje, da se time stvaraju dvije vrste inženjera u pogledu prinadležnosti i nagrade, da je taj način protivan zakonu o državnom računovodstvu, da je skup i da nema nikakove kontrole, jer ne može čovjek sam sebe da kontrolira. Ministar saobraćaja opravdavao je takav rad, jer da će se na taj način te dvije pruge najbrže, najjeftinije, bez potresa i parnica završiti, a bilo bi ih teško u detalju premjeriti, da bi se mogao nastaviti rad s preduzimačem.

21. V. 1921. god. donesena je uredba o organizaciji ministarstva saobraćaja i saobraćajne službe, jer smo naslijedili 5 raznih željezničkih uprava. Po ovoj uredbi organizirano je ministarstvo saobraćaja na taj način, što je obrazovana:

A) Generalna direkcija s 5 oblasnih direkcija u Beogradu, Zagrebu, Ljubljani, Sarajevu i Subotici;

B) Direkcija za građenje željeznica u Beogradu, a ukinuta su sva odjeljenja za novogradnje po oblasnim direkcijama;

C) Direkcija riječnog saobraćaja i

D) Direkcija pomorskog saobraćaja.

Ni ova uredba nije donijela očekivane koristi zbog prevelike centralizacije i strančarske politike, pa je i u onim oblasnim direkcijama, u kojima je dotada vladao primjeran red, došlo do trzavica, i zavladao nered.

Direkcija za građenje željeznica razvila je intenzivan rad na trasiranju i na građenju. Ona je dovršila sve pruge započete prije rata, trasirala mnoge nove pruge i prikupila potrebne podatke za daljnji rad. Izrađivani su i planovi za buduću željezničku mrežu u Jugoslaviji. Prvi pokušaji za to bili su na konferenciji maja mjeseca 1920. god. u ministarstvu saobraćaja u Beogradu. Drugi na inženjerskom kongresu u Ljubljani 21. i 22. V. 1921. g., treći u Sarajevu 1922. god. i na konferenciji izaslanika svih sekcija augusta mjeseca iste godine u Beogradu. Četvrti pokušaj je bio na velikoj željezničkoj konferenciji u Beogradu god. 1926./27. Za ovaj posljednji plan inženjer Milenković piše, »da nije bio dobro smišljen, već je to bila željeznička mreža slična paučini, gdje su povučene željezničke pruge za svaku riječnu dolinu, gdje ih treba i gdje ih ne treba.« I pisac ove knjige napisao je o tome članak u »Tehničkom listu« br. 3. i 4. od 1934. god. Najveća opasnost toga plana bila je u tome, što bi sve potrebne i nepotrebne pruge bile ozakonjene, pa bi — po prokušanom običaju — onaj koji je na vlasti, gradio prije one pruge, koje mu konveniraju, pa bile one potrebne ili ne.

Ing. Milenković kaže: »Trasiranje željeznica je kompliciran i stručan rad, on traži najspremnije inženjere, koji imaju velikog iskustva i prakse u trasiranju kao i u građenju željeznica. Mnogi, koji su se ovim pitanjem bavili, nisu bili tome dorasli, bilo ih je, koji nisu sagradili niti jedan km pruge, a nisu imali ni pojma o pogonu željeznice. Zato su oni izazvali veliku zbrku u ovom važnom narodno-privrednom pitanju«. (Vidi: Ing. Alačević, Unska pruga, Zagreb 1930. god.). I prije i poslije prvog svjetskog rata trasiranje željeznica kod nas nije vršeno po svim propisima tehničke nauke. Prevladavali su drugi utjecaji, a manje stručnost i potrebe saobra-

ćaja, pak zato mnoge sagrađene pruge neopravdano opterećuju državni budžet.

Pruge, na kojima je produžen rad, bile su ove:

1. Niš — Knjaževac, 2. Topčider — Mala Krsna — Požarevac, 3. Čačak — Gornji Milanovac — Lajkovac, 4. (Niš) Boljevac — Prokuplje — Kuršumlija, 5. Kragujevac — Kraljevo — Raška, 6. Kruševac — Tulari, 7. Valjevo — Osečina, 8. Skoplje — Tetovo — Gostivar — Kičevo — Ohrid — Struga — Taš Moruništе, 9. Gradsko — Prilep — Bitolj, 10. Vrhovine — Gospić — Gračac — Knin, 11. Bos. Krupa — Bihać, 12. Užice — Šargan —Mokra Gora—Vardište i 13. Bos. Rača—Bijeljina—Ugljevik.

Predaja saobraćaju ovih pruga zavukla se do polovice 1925. god.

Francusko-srpsko društvo, kojemu su prije rata bile predane (g. 1913.) četiri pruge pod 4., 5., 6. i 7., zatražilo je god. 1919. razrješenje ugovora. Taj ugovor je raskinut uz naplatu teških milijuna, a da država nije dobila ni jednog kilometra pruge. Građenje na tim prugama bilo je zbog toga odloženo.

III. se period bavi građenjem željeznica od 1922. do 1926. god.

U maju 1922. god. zaključen je vanjski (Blerov) zajam u zlatu, koji je, kao i svi raniji takovi zajmovi, primljen veoma nepovoljno u javnosti, a naročito u Inženjerskom udruženju.

Narodna Skupština je ovlastila vladu, da zaključi zajam u nominalnom iznosu od 100 milijuna dolara u zlatu pod uslovima, koje sadrže ugovori zaključeni u Gernezeju i u Beogradu 20. V. i 5. VI. 1922. god. Kamatnjak je bio 8%, a emisioni kurs 86,75%.

Uvjeti tog zajma bili su za državu vrlo nepovoljni, kamatnjak je bio visok, a emisioni kurs nizak. Nije bilo nikako uputno zaključivati zajam pod tako teškim uvjetima. Glavnu korist od zaključenja zajma imali su posrednici, a oni su i tjerali, da se zajam zaključi.

Prema izjavi vlade, zajam je imao da rastereti budžet od izvjesnih dugova iz prošlih godina i od investicija većeg zamašaja, da se omogući opravka postojećeg saobraćaja, da bi se dovršili već započeti radovi na željezničkim prugama, za koje krediti iz zajma od 500 milijuna dinara nisu bili dovoljni, da se izgradi željeznička pruga Beograd — Jadransko more sa završnim pristaništem, a u granicama zajma i drugi željeznički i pristanišni radovi.

Raspored iznosa od 70 milijuna dolara nominalnih, koji su namijenjeni građenju i opremi željezničke pruge Beograd — južni Jadran, kao i za uređenje morskog pristaništa, a s time u vezi i za sve druge pristanišne radove, kao i trase rečene pruge, imao se odrediti naročitim zakonom.

Od preostalih 30 milijuna dolara nominalnih, 15 milijuna otpada na dotjerivanje željezničkih naprava, postrojenja, gornjeg stroja, voznih sredstava, radionica, zgrada, škola, bolnica, putova i t. d., a drugih 15 milijuna dolara stavlja se na raspoloženje vladi za investicione svrhe onako, kako bude odobrila skupština. Kontrolu ima da vrši financijski odbor skupštine.

Opozicija je energično ustala protiv takva zajma, a i sam ministar saobraćaja. Zajam se pravi za Jadransku prugu, a nemamo određenog pravca za tu prugu, niti planova, a niti svega ostaloga. (Opetuju se pogreške napravljene u predratnoj Srbiji). Nije bilo ni spiska pruga, na koje se je zajam imao utrošiti. Država je bila dobila i ponudu, da će društvo graditi željeznice i samo ih eksploatirati, a da država garantira 7,5% dobiti. Mjesto toga vlada daje društvu preko 9% kamata, da gradi željeznice našim parama, a bez ikakove garancije. Od velikog su interesa i mnoga druga izlaganja opozicije. Ona predlaže drugi pravac za Jadransku prugu, i to sredinom Šumadije na Kragujevac — Rašku — Mitrovicu, koja je kasnije i sagrađena.

U Inženjerskom udruženju kritikovan je dio zajma od 70 milijuna dolara nominalnih za građenje željezničke pruge i način ustupanja građenja Jadranske pruge, a o tome je povedena i riječ na kongresu udruženja J. I. A. u Sarajevu, mjeseca juna 1922. god., gdje je izabran naročiti odbor delegata svih inženjerskih sekcija, koji se je u augustu iste godine sastao u Beogradu. Taj odbor je sastavio program čitave mreže željeznica u cijeloj državi, koje bi se imale sagraditi određenim iznosom od 70 milijuna dolara nominale, predviđenim za samu Jadransku prugu (a koja svota za nju možda ne bi ni dotekla). Kad su zaključci ovog odbora bili objelodanjeni, saglasile su se s njima sve privredne ustanove u državi, vlada je nakon toga bila prisiljena da odustane od svoje pogubne namisli, da toliki novac utroši za samu jednu prugu bez veće ekonomske, a nikakove komercijalne vrijednosti, koja bi bila povezala samu prijestolnicu s jednom lukom južnog Jadrana. Za sreću Blerov zajam nije bio potpuno realiziran, pa je bilo vremena, da se ovo pitanje svestrano prouči, a mjesto prvotno zamišljene same jedne pruge trasirale su se i sagradile druge u raznim krajevima države, od kojih je neosporno bilo mnogo više koristi. Nastojalo se sagraditi one pruge, koje su služile za udopunjenje naslijeđene manjkave željezničke mreže. Naziv i dužine pojedinih pruga, utrošeni iznosi za njih, način građenja i sve ostalo od interesa, potanko je iznijeto u knjizi ing. Milenkovića.

U IV. periodu navedeni su svi radovi od 1926. do 1930. god.

Na koncu ove knjige prenosimo tablicu ing. Milenkovića u kojoj su navedene sve sagrađene pruge i na nje utrošeni iznosi od 1920./21. do 1934./35. god. Ona ima osobitu važnost za prosuđivanje troškova željeznica koje će se kod nas još graditi.

Unatoč velikom utrošku novca saobraćaj se nije popravio, zbog čega je bilo ozbiljnih prigovora u skupštini.

Novi ministar saobraćaja gen. Svetislav Milosavljević naveo je ove uzroke krizi saobraćaja:

1. zastarjelost organizacije ministarstva saobraćaja,
2. nedovoljna opremljenost državne željezničke mreže,
3. nepravilan raspored cjelokupne željezničke mreže u zemlji,

4. financijska kriza u svijetu i kod nas, i

5. neregularnost odnosa između ministarstva saobraćaja i ostalih ministarstava.

Na liječenju uzroka saobraćajne krize izjavila je vlada, da je urađeno ovo:

1. Financijskim zakonom za 1926./27. god. dato je ovlašćenje ministru saobraćaja, da reorganizira ministarstvo saobraćaja.

2. Naređena je izmjena dotrajalih šinja i mostova i zamjena novim za jače lokomotive i za brži saobraćaj.

3. Građenjem novih željeznica popravit će se unekoliko nepravilna raspoređenost državne željezničke mreže. Od 1. IV. 1920. god. do 1. I. 1927. god. izgrađeno je i pušteno u saobraćaj 811 km novih željeznica s utroškom od 1 milijarde dinara. Pored građenja otkupili smo pruge: a) Južne željeznice, za koje se moralo plaćati godišnje 6,800.000 zlatnih franaka od januara 1925. god. do 1968. god.; b) Orijentalne željeznice u Makedoniji, za koje se platilo 150 milijuna franaka; c) Prugu Đevđelija — Solun otkupilo se, ali nije došla u naše ruke, prepustili smo je Grčkoj. Osim toga vlada pregovora za otkup naših vicinalnih željeznica, kojih ima preko 3100 km a malne sve u državnoj eksploataciji.

4. Zbog svjetske financijske krize smanjivali su se prihodi na željeznicama. Vlada je morala smanjiti tarife na željeznicama, da bi održala potreban saobraćaj na njima.

5. Da bi vlada regulirala odnose između Ministarstva saobraćaja i ostalih ministarstava, dobila je ovlašćenje u financijskom zakonu za 1926./27. god., da izradi uredbu, kojom se ovlašćuje ministarstvo saobraćaja, da može u najširim razmjerima izvršiti komercijalizaciju državnih željeznica. Ova uredba nije ni redigovana niti usvojena, jer nije nađeno kompromisno rješenje, koje bi zadovoljilo ministra saobraćaja, da eksploatacija željeznica ostane u državnim rukama, i shvatanja predstavnika trgovine i industrije i drugih interesenata, koji su tražili da se eksploatacija prepusti privatnom društvu.

Pogreška u uredbi o organizaciji ministarstva saobraćaja od 30. III. 1927. god. bila je provedenje centralizacije, sa na žalost nestručnim, nesposobnim i od stranaka nametnutim osobljem, što je izazvalo još veći haos i nezadovoljstvo stručnog personala i privrede.

Ovom novom organizacijom Direkcija za građenje gubi samostalnost, prelazi u Generalnu direkciju, gnijezdo strančarske pokvarenosti i poslovi se kompliciraju baš u času, kada je dobiven novac od Blerova zajma, i kada je građenje bilo u punom jeku. Bilo je i nezdravih personalnih promjena pod utjecajem građanskih političkih stranaka.

Kad se uvidjelo, da tako ne valja, unosi se odredba u financijski zakon za god. 1928./29., da uprava za građenje ponovno postaje direkcija, prema uredbi od 21. V. 1921. god., a djelovanje joj počinje s 1. IV. 1928. god.

Međutim je izgubljeno vrijeme od zaključenja Blerova zajma u 1922. god. do 1928. god. i plaćane su visoke kamate na zajam.

Ovako organizirana Direkcija za građenje željeznica izvela je mnoge radove na trasiranju i na građenju željeznica, a personal je stekao velika iskustva, iako neka skupo plaćena, ali gdje se radi, ima i pogrešaka, a pogotovo je tih pogrešaka bilo kod nas, gdje se nikada nije radilo u miru i staloženo, već uvijek na svu žurbu i bez plana.

Kao uvijek do sada, mnogima je smetao uspjeh i rezultati rada Direkcije za građenje željeznica, a pogotovo nekim iz drugih ministarstava. Pogrešno se izvijestila vlada i neki ministri o stavu Udruženja jugoslavenskih inženjera i arhitekata, da bi građenje željeznica trebalo da potpadne pod ministarstvo građevina, što je na veliku štetu samih radova bilo i provedeno.

Nije vođeno računa o tome, da polagati željezničke trase i graditi željeznice može samo onaj, koji poznaje do u tančine željezničku službu, a to je nedostajalo službenicima iz ministarstva građevina.

U novom periodu građenja učestali su izabrani sudovi za rješavanje sporova, koji su državu stajali mnogo novaca. »Razlog ovim izabranim sudovima«, kaže ing. Milenković, »su mahom nastojanja za povećanjem zarade zbog malih cijena, koje daju preduzimači na licitacijama«. Krivice ima često i na ministarstvu saobraćaja, što daje željezničke pruge na licitaciju, a nema za njih definitivnih projekata s predmjerima i predračunima.

U uslovniku i cjenovniku nisu uklonjeni uzroci sporova, čak su izazvani, kao na pr. više kategorija za iskop materijala mjesto jedne, koju unosi sam preduzimač, razne vrste iskopa iz usjeka, materijalnih rovova, korekcija i t. d., umjesto da se za sav iskop, pa i u vodi do 50 cm, plaća samo po jednoj jediničnoj cijeni, ma u kojem materijalu se vršio; kategorizacija izbijanja u tunelima umjesto plaćanja po jednom m[1] tunela po odgovarajućem tipu, za tunelske portale isto. Možda najopravdaniji razlog reklamacijama preduzeća, koji napominje i sam ing. Milenković, jest predavanje na licitaciju pruga bez dovoljno proučenog projekta. Detaljni izvedbeni projekat izrađuje se u najvećoj hitnji, tek nakon predaje pruge u rad preduzeću, pak ovo ne može da nesmetano radi, i ruši mu se organizacija rada, a to uslovnik, kao ni razne državne komisije ne uzimaju u obzir. Dogodilo se, da je do 75% trase izmijenjeno tokom rada. Sve prema onoj našoj staroj poslovici: »Brigo moja, pređi na drugoga!« Sva zamršenija pitanja odlažu se, mjesto da se bilo kako odmah, dok je još sve u sjećanju i dok se sve može na licu mjesta utvrditi, bez bojazni od odgovornosti pravedno riješe.

Ing. Milenković govori i o raznim planovima državne željezničke mreže, kao i o konferenciji, koja je u tu svrhu bila sazvana u Beogradu 1926. god. i donijela jedan previše opsežan plan mreže, koji je predviđao mnoge nepotrebne, paralelne i dvostruke pruge normalne i uzane, i mogao bi se izgraditi tek za 50 i više godina. Novi ministar saobraćaja gen. Milosavlje-

vić nije usvojio taj veliki plan šire željezničke konferencije, već je predložio uredbu za građenje nekoliko najpotrebnijih pruga, koju je vlada primila 14. V. 1927. god. Ova uredba, nadopunjena članom 239., 240. i 241. financijskog zakona za budžetsku 1928./29. god., predviđala je: a) 9 pruga u građenju budžetom predviđenih, svega 408 km; b) prugu Beograd — Pančevo, 22 km, predviđenu Blerovim zajmom, tada u radu; c) 9 pruga predviđenih Blerovim zajmom, još ne započetih, 949 km; d) prugu Kraljevo — Raška 72 km, predviđenu zakonom o građenju novih željeznica od 25. IV. 1913. god., još ne započetu i e) 6 pruga, kojih građenje nije dosada nikakovim zakonom bilo predviđeno, a ovom se uredbom ozakonjava, oko 600 km dužine.

Od 1926. god. do 1928. god. obrazovan je veći broj sekcija za trasiranje velikog broja pruga u cijeloj državi. Mnogo se radilo i uradilo, ali sve nije bilo savjesno urađeno. Kao primjer navodimo radove na projektu za Unsku prugu, koji su izrađeni skroz naopako. Kada je 1936. god. predata pruga u rad društvu Batignol, morala se u najvećoj žurbi preraditi skoro čitava trasa od Bihaća do Knina. Kod ove pruge bilo je i drugih interesantnosti. Financijski odbor skupštine izmijenio je u uredbi naziv pruge Bihać — Zrmanja s ozakonjenom prugom Bihać — Knin, ali je nepažnjom ostala duljina za prvo imenovanu od 86 km. Ovo se htjelo iskoristiti zbog toga, da se ipak gradi pruga na Zrmanju, a kada je zaključen ugovor sa Batignolom za ozakonjenu prugu na Knin, napravljen je ugovor na osnovu predračuna pruge na Zrmanju, koja je bila za građenje za 23 km kraća (Ing. Alačević — Unska pruga — Zagreb 1930. god.).

Dalje ing. Milenković opisuje nezgode pri efektuiranju Blerova zajma serija B i promjene financijske prirode, kao i u pravcu trase, da se gradi pruga od Kragujevca preko Kraljeva i Raške na Kosovsku Mitrovicu, kako je bila i sagrađena.

Budući da sa emisijom iz Blerova zajma nije išlo sve u redu, stizale su i druge ponude.

Da bude jasno, na koji su nas način te strane firme željele da iskoriste, navodimo, što o tome piše ing. Milenković za firmu Ulen & Co, koja je imala da stupi na mjesto Blerova društva Railway and Port Construction Company in Jugoslavia Ltd.

»Ranije smo vidjeli, da su u Blerovu zajmu bila dva ugovora, jedan za financiranje, a drugi za građenje Jadranske željeznice s društvom Railway and Port Construction Company in Jugoslavia Ltd. Ovo društvo nije moglo da ostvari svoj dio zajma, već je finansiranje prenijelo na banku Bler. Ono je bilo preduzimač bez preduzeća i financijer bez banke, dakle skupi posrednik«.

Prema tome Ulen & Com. trebao je da zamijeni gornjeg posrednika i zato je podnio svoju ponudu početkom god. 1927. o građenju željezničkih pruga u Jugoslaviji, koja se sastojala u ovome:

a) daje 15,000.000 dolara po cijeni, koju daje bankar Bler i Čejz,

b) daje i kasnije emisije zajma po cijeni, koju nude bankari na njujorškom tržištu,

c) izgrađivanje željezničkog programa u našoj državi od 23. VII. 1922. god., a na osnovi ugovora tipa Ulen & Co.

Ministar saobraćaja odredio je 25. II. 1927. god. komisiju za proučavanje ove ponude i vođenje pregovora s grupom Ulen & Co, koja je proučila ponudu i našla je ovo:

1. Izvršenje velikih željezničkih radova za račun države u režiji privatnih preduzeća najnepovoljnija je metoda, jer prenosi sav rizik preduzeća na državu, i zato će koštanje biti veće i u opreci je sa općim interesima nacionalne ekonomije.

2. Ne treba izvršenje radova vezati s njihovim financiranjem, jer kontrola tada postaje malo efikasna, a pozicija države prema preduzimaču postaje slabija prilikom emitovanja zajmova.

Zato treba težiti, da se odvoji financiranje od građenja; ako to ne može, onda građenje željeznica treba ustupiti preduzimačima finansijerima samo na osnovu točno izrađenih i propisno utvrđenih planova i po jedinačnim cijenama, po mogućnosti putem javnih nadmetanja, s prioritetom financijskih stranih grupa.

Posebna nezgoda kod Ulen & Co sastojala se u tome, što je on tražio paušalnu nagradu u iznosu od 8% od cijene ukupnih radova i da se ona plaća mjesečno. Ova nagrada bi tekla bez obzira da li je građenje otpočelo na vrijeme ili kasnije, ili čak, i ako ne bude započeto. Zajam od 1922. god. jasno svjedoči, da ova bojazan nije bez osnova.

Ta je nagrada imala da bude i za sve usluge i biroe van naše zemlje, koji nisu u neposrednoj vezi s građenjem u zemlji, ili čak nemaju nikakve veze s njima, i te fiksne nagrade iznosile bi na minimalnih 25,000.000 dolara zajma 4.5 milijuna dolara za 4 godine, t. j. oko 252 milijuna dinara. Mjesečno bi iznosile 4,200.000 Din ili 75.000 dolara.

Društvo obrazuje kod nas svoj biro na naš račun, a mi nismo vlasni da kontroliramo, ni koliko ono plaća svoje osoblje. Društvo vrši nabavke do 5000 dolara bez obavještenja, a za veće nabavke traži odobrenje od države, ali ako to odobrenje ne stigne za 5 dana, Društvo i bez odobrenja zaključuje nabavke i akorde. Za solidnost posla Društvo ne prima nikakove odgovornosti.

Tadanji ministar saobraćaja složio se je u potpunosti s mišljenjem komisije, koju je obrazovao za proučavanje ponuda ove firme, pa je na jednoj ministarskoj sjednici obavijestio članove vlade o tome, da će ponudu firme Ulen & Co odbiti kao posve neprihvatljivu. Međutim, tadanji ministar spoljnih poslova napomenuo je tom prilikom, da ne treba tako brzo odbacivati kredit, koji nam inostrana »ugledna društva« nude, — pa je umolio ministra saobraćaja za detaljnije obavještenje o ponudi ove firme. Predsjednik vlade zakazao je za sutradan naročitu sjednicu za ovo

pitanje, a ministar saobraćaja umolio je za dozvolu, da na ovu sjednicu dovede i članove komisije, koji su studirali ponudu i pregovarali s predstavnicima firme Ulen & Co. Prijedlog je usvojen i na zakazanoj sjednici ministarskog savjeta najprije je ministar saobraćaja dao svoj ekspoze, a za njim su članovi komisije iznijeli svoje stručno mišljenje o toj ponudi. Po udaljavanju komisije iz sale, vlada je donijela jednoglasnu odluku, da se ponuda Ulen & Co kao posve neprihvatljiva odbija.

Ulenu & Co je najzad rečeno, da mu se može ustupiti građenje željeznica samo na način, kako se ono u nas prije rata radilo po ugovoru sa Francusko-srpskim društvom, t. j. preduzimač financira posao i radi po utvrđenim jediničnim cijenama, vrši se obračun i plaća se bonovima mjesečno, koji nose interes. Bonovi se isplaćuju iz dugoročnog zajma, kad se koja tranša emituje. Ulen nije na ovo pristao.

Iz gornjih razloga vlada nije pristala na zaključenje konvencije, već je s Blerom i Čejzom zaključila drugu tranšu, u kojoj Bler prepušta građenje pruga državi, a on samo financira.

Po spomenutoj uredbi, u ovom periodu građenja sagrađene su ove pruge:

a) Beograd—Obrenovac, 41 km, kolosijek 0.76, s iznosom od dinara 93,333.000. Pruga je predata saobraćaju 30. X. 1928. god.

Zbog vrlo lošeg terena uz rijeku Savu, koji se je rušio u rijeku, napuštena je prvotna trasa, a nova se je probila tunelom kroz Umku i bila je sigurna. Osobito tunel kroz Umku građen je u vrlo povoljnom materijalu bez ikakova pritiska i bez priticaja vode.

b) Kragujevac — Kraljevo, 56 km, kolosijek normalni, utrošeni iznos 164,863.000 dinara. Za pouku je smišljeno vođenje trase kod tunela Vučkovice, koja je vođena u dolini, a ne po padinama. Pruga u dolini je najsigurnija i iziskuje najmanje radove. Ona na padini je nesigurnija i skuplja, osobito kad padine nisu sasvim sigurne i čvrste. Zbog toga treba nastojati, kadgod je to moguće, prugu voditi čim više u dolini, što često pri prijelazu viših vododijelnica ne će biti moguće. Ne smije se iz bojazni pred dužim tunelima razvijati prugu po padinama, jer ona postaje duža, skuplja za građenje i za saobraćaj i nesigurnija. Dokaz za to imamo kod pruge kroz Čestobrodicu. Pruga je predata saobraćaju u drugoj polovici 1929. god.

c) Kraljevo — Raška, 68 km, normalni kolosijek, s iznosom od Din 312,736.000. I ova je pruga za licitaciju razdijeljena na 4 dionice. Druga i treća dionica bile su vrlo teške i skupe. Imale su mnogo velikih i skupih radova, osobito zidova i prijelaza preko rijeke Ibra s velikim i skupim mostovima, pa se nameće pitanje, da li se pomjeranjem pruge više u brdo, umetanjem kraćih tunela i eventualnim produženjem nekih tunela, ovi skupi radovi na visokim zidovima i velikim mostovima nisu dali izbjeći i pruga napraviti sigurnijom. Pruga je predata saobraćaju 7. VII. 1931. god.

d) Raška — Kosovska Mitrovica, dužine 62 km, normalnog kolosijeka, stajala je 184,087.000 Din.

Građenje pruge Kragujevac — Kraljevo — Raška — Kosovska Mitrovica opovrgava neosnovane izjave raznih političkih špekulanata o nesposobnosti naših inženjera. Svi su radovi na njoj izvedeni precizno i potpuno stručno. Ova pruga dokazuje punu njihovu sposobnost za izvedbu svih takovih radova, koji su se kod nas u tom razdoblju izveli, kao i onih, koji su se imali izvesti u budućnosti. Ova pruga je predata saobraćaju 12. II. 1931. godine.

e) Raštelica—Bradina, dužine 8 km, kolosijeka 0.76 m, stajala je 65,746.000 Din. Tunel dug 3223 m s profilom za normalnu prugu najduži je izvedeni tunel u biv. Jugoslaviji. Ovom prugom nije definitivno izbačena zupčanica preko Ivan planine. Pruga je predata saobraćaju 10. IV. 1931. Nije usvojen prijedlog sarajevske Direkcije, da se gradi tunel od cca 5000 m dužine, koji bi se bio iskoristio i za normalnu prugu dolinom Neretve. Ovako će se morati graditi i treći niži tunel za normalnu prugu na more. To će biti povoljnije nego da se današnji tunel zadrži i zbog njega produži pruga razvijanjem, ili da se poveća nagib.

f) Krapina — Rogatec, dužine 21 km, normalnog kolosijeka, od toga 6 km od Krapine do Dobovca postojeće pruge tako, da je za građenje ostalo 15 km, stajala je 36,000.000 Din, a predata je javnom saobraćaju 17. II. 1930. godine.

g) Uvac—Priboj, dužine 5.9 km, kolosijeka 0.76 m, sa donjim strojem za normalnu prugu unatoč tome što povezuje na uzanu. Zbog toga je na nju utrošeno 14,169.000.— Din ili 2,833.000.— po km. Pruga se je mogla graditi kao uzana sa elementima za normalnu, koja bi bila stajala oko polovicu toga iznosa. Na taj se način kod nas rasipao narodni novac zbog nestručnosti, nerazumijevanja i tvrdoglavosti. Pruga je predata saobraćaju 30. XII. 1928. god.

h) Stanica Bakar — pristanište Bakar, dužine 10 km, normalnog kolosijeka, stajala je 26,498.000.— Din. Predata je saobraćaju 12. VII. 1931. god.

i) Trebinje—Lastva—Bileća, dužine 37 km, kolosijek 0.76 m. Na nju je potrošeno 29,769.000.— Din, a predata je saobraćaju 21. XII. 1931. godine. Ona je dio pruge na Foču i Ustipraču. Od Bileća se odvaja pruga za Nikšić.

j) Bitolj — Prilep, dužine 45 km, normalnog kolosijeka, stajala je 70,000.000.— Din ili 1,555.118 Din po km, a predata je saobraćaju 7. IV. 1931. godine. Ovom se povezuje Bitolj za našu željezničku mrežu kod Velesa.

k) Prokuplje—Pločnik—Kuršumlija, dužine 33 km, normalnog kolosijeka, stajala je 55,000.000.— Din, a predata je saobraćaju 4. XII. 1929. godine.

l) Priština—Glogovci, dužine 27 km, normalnog kolosijeka, stajala je 71,305.000.— Din ili 2,641.000.— Din po km, a predata je saobraćaju 1930. godine.

Dvostruki kolosijek na našoj glavnoj pruzi Beograd—Novska, dužine 306 km, gradile su u režiji 3 naše Direkcije Beograd, Zagreb i Subotica, pomoću svojih građevinskih odjeljenja i sekcija za održavanje pruge.

Na prijedlog ministra saobraćaja Milosavljevića riješeno je 6. II. 1928., da se iz saobraćajno-privrednih potreba odmah pristupi izgradnji dvostrukog kolosijeka na pruzi Beograd—Novska, i da se to izvrši u toku iste godine, pak je zato odobren kredit od 350,000.000.— Din. Radovi su se izvodili u mješovitoj režiji ili u akordu, izvan zakona o državnom računovodstvu, samo po odobrenju ministra saobraćaja. Ti su radovi izvedeni brzo, jeftino i bez ikakvih smetnji. Radovima se otpočelo u martu 1928. god. Dio Beograd — Brod predat je saobraćaju 15. XII. 1928. godine, a Brod — Novska 15. V. 1929. godine zbog slijegavanja novih nasipa. Troškovi po jednom km pruge iznosili su 1,200.000.— Din.

Po dovršenju drugog kolosijeka na ovoj našoj najglavnijoj arteriji, odmah se osjetilo veliko poboljšanje u saobraćaju, i prestali su svi dotada neizbježni zastoji i zakrčenost pruge.

U V. periodu je govora o građenju i financiranju željezničkih pruga od god. 1930.—1935.

Rđav pokušaj ukinuća Direkije za građenje i njeno prebacivanje iz Ministarstva saobraćaja u Ministarstvo građevina, imao je mnogo štetnih posljedica za nesmetan napredak radova.

Ni sa preuzimanjem dovršenih pruga nije bilo bolje. Za bilo koju malenkost, koja bi nedostajala, ili bi bila nepotpuno izvedena, pruga se ne bi preuzimala. Tako je bilo redom kod pruga: Prokuplje—Pločnik—Kuršumlija, Bitolj—Prilep, Kragujevac—Kraljevo—Lopatnica, Krapina—Rogatec, Bakar —Bakar pristanište, Trebinje—Lastva i t. d.

I pored oštrih protesta od strane ministarstva građevina ministru saobraćaja na postupak njegovih organa, kojim se je nanosila velika šteta narodu i državi, prilike se nisu izmijenile.

Isto je bilo i prilikom odobravanja željezničkih trasa, kao na pr. Priboj —Prijepolje, Gacko—Nikšić i slično. Kada su ove neprilike učestale, donesen je novi zakon od 8. XII. 1930. god., kojim je Odjeljenje za građenje željeznica ponovno prebačeno u ministarstvo saobraćaja sa 1. I. 1931. god., kome i pripada. Ovakvim promjenama izazvane su štetne trzavice.

TRASIRANJE ŽELJEZNIČKIH PRUGA

Promjenom političkih prilika na jugu naše zemlje i eliminiranjem Italije sa Balkana, dobilo je pitanje Jadranske pruge drugi oblik i treba ga ponovno studirati, jer nam daje mnogo povoljnije mogućnosti izlaza na južni Jadran. I prugu Beograd—Split treba nanovo studirati, prema novim potrebama, a tako i novu vezu sredinom države, od jugoistočne granice do naših luka u južnom i srednjem Jadranu. O raznim našim prugama bit će podrobnije govora u II. knjizi. Trenutne teškoće sa susjedima, ne smiju da ometaju građenje ovih pruga.

Ing. Milenković iznosi borbu za određivanje pravca Jadranskih pruga: Mitrovica—Podgorica—Kotor, pruge Beograd—Split i uzane Jadranske pruge kolosijeka 0.76 m Beograd—Bar. On potanko opisuje pojedine pruge. Isto tako govori o željezničkoj pruzi 45-og uporednika Beograd—Bukurešt, s osobitim obzirom na određivanje mjesta za most na Dunavu.

Početkom 1930. god. došlo je opet do pregovora za taj most, za koji je Jugoslavensko-rumunjska komisija krajem aprila 1930. god. u Beogradu utvrdila ovo:

»Izraditi most na Dunavu na bazi konvencije potpisane 10. XII. 1913. g. u Bukureštu i ratificirane od strane Srbije i Rumunije 1914. god., a da bi se utvrdilo mjesto za most na Dunavu, da se izvrše sondaže i snime poprečni profili Dunava između Brze Palanke i Ciganaša«. Jugoslavenska je vlada odobrila u svemu rad ove komisije, ali rumunjska vlada nije, ona je tražila nova rješenja i odugovlačila pregovore, da bi dobila vremena. Pregovori su okončani 1936. god., kada je ministar saobraćaja Jugoslavije pristao na zahtjev Rumunjske, da se most sagradi kod Turn-Severina.

Udopunjenje pruge 45-og uporednika nije još definitivno riješeno. Potrebno je, da se dobro prouči i to, da li treba da se pođe od Požarevca do Vel. Gradišta ili do Golupca, pak niz Dunav do Oršave sa mostom oko Kazana u Đerdapu, raspona oko 150 m sa stijene desne, do stijene lijeve obale i ovom do Oršave, ili da se Dunav premosti dalje nizvodno kod Ciganaša, sa mostom dugim oko 1.500 m, sa dubokim i skupnim fundiranjem stubova. Ova pruga od Požarevca do Oršave uz Dunav bila bi duga oko 145 km, a valja je proučiti u vezi sa iskorišćivanjem Dunava i građenjem brane u Đerdapskoj klisuri.

Odjeljenje je mnogo radilo i na rješenju pitanja beogradskog željezničkog čvora, ali zbog raznih neprilika, više lične nego tehničke prirode, ovo pitanje nije ni do danas definitivno rješeno. Po Oslobođenju uzeto je ovo pitanje u ponovno proučavanje, i raspisan je natječaj za njegovo rješenje prebacivanjem glavnog putničkog kolodvora na lijevu obalu Dunava, gdje se izvode mnoge vrlo važne monumentalne građevine i novi Beograd. Kod rješavanja ovog pitanja treba uzeti u razmatranje velike razlike vodostaja na utoku Save u Dunav, koje iznose oko 8.5 m i dobro promisliti, da li se prije rješenja ovog vrlo važnog pitanja ne bi moralo riješiti pitanje inkameriranja velikih voda Save sa pritocima i Drine u vještačkim jezerima i njihovo iskorišćenje za električnu energiju i natapanje, čime bi se eliminirale poplave, i ta razlika vodostaja kod Beograda znatno reducirala.

PLAN ŽELJEZNIČKE MREŽE U JUGOSLAVIJI

U proljeće 1932. g. mijenja se izvođenje cijele dosadanje politike u građenju i projektiranju željeznica kod nas.

Prelazi se preko donijetih zakona i uredaba sa zakonskom snagom za pojedine pruge i obustavljaju se već započeti radovi na studijama. Odjeljenje za građenje isposlovalo je kod ministra saobraćaja, da se unese u financijski

zakon za 1933./34. god. stavka: »Ovlašćuje se ministar saobraćaja, da u suglasnosti sa ministarskim savjetom može propisati uredbu o željezn. mreži u Jugoslaviji«. Ovim se željelo: 1. da se pokrene ponovo pitanje plana željezničke mreže, iako je ono skinuto s dnevnog reda u skupštini donošenjem uredbe od 14. V. 1927. god., po kojoj su se imale graditi željeznice još za čitavih 10 godina, i 2. da se plan željezničke mreže utvrdi mimo skupštine. Taj novi plan imala je da izradi jedna komisija, obrazovana rješenjem ministra saobraćaja od 15. II. 1933. god. U toj komisiji bila su zastupana razna ministarstva. O ovom planu, koji je u t a j n o s t i rađen, i pisac ove knjige iznio je svoje mišljenje u broju 3./4. »Tehničkog lista« od 1934. god. i ne će da se ovdje opetuje, samo napominje, da se od takva plana ogradio i sam ministar saobraćaja. I drugi naši najpoznatiji inženjeri, stručnjaci za građenje željeznica, uputili su, kad su za taj plan saznali, svoje predstavke ministru saobraćaja, u kojima su kritizirali taj plan i izjasnili se protiv donošenja takve uredbe.

Međutim financijski odbor skupštine, doznavši što se u tajnosti sprema, izmijenio je u financijskom zakonu za 1934./35. god. gornju odredbu na način: »Ovlašćuje se ministar saobraćaja, da po suglasnosti ministarskog savjeta, može propisati uredbu o željezničkoj mreži u Jugoslaviji s a o d o b r e n j e m f i n a n c i j s k o g o d b o r a«. Ovaj član financijskog zakona ušao je i u projekat financijskog zakona za 1935./36. god.

Iz Blerova zajma dovršene su ove pruge:

U god. 1930.:

a) normalnog kolosijeka Rogatec—Krapina dužine 14 km i Pločnik—Kuršumlija dužine 12.5 km;

b) uzanog kolosijeka 0.76 m Trebinje—Lastva dužine 12.3 km.

U god. 1931.:

a) normalnog kolosijeka Bitolj—Prilep dužine 46 km, Bakar—Bakar pristanište dužine 10.5 km, Kraljevo—Raška dužine 68 km, Raška—Kosovska Mitrovica dužine 63 km;

b) uzanog kolosijeka 0.76 m: Raštelica—Bradina dužine 8 km, Lastva—Bileća dužine 25 km, teretna stanica u Beogradu i podvožnjak kod Čukarice na pruzi Beograd—Obrenovac.

U god. 1932.: Priština — Glogovci normalnog kolosijeka dužine 28 km, dok je polaganje kolosijeka završeno u 1933 god. Tunel Saranovo, normalnog kolosijeka dužine 1600 m, čiji je predračun iznosio 31,000.000 Din, a započet je novembra 1929. god. Nakon proboja i ozidanja polovice tunela preduzeće je obustavilo posao 17. IX. 1932. god., nakon što je izvršilo radova za 20,673.400 Din. Sekcija je u režiji potrošila do kraja 1934. god. još 2,050.000 Din, pak su radovi obustavljeni zbog pomanjkanja kredita. Tunel Bela Reka na pruzi Beograd — Resnik — Lazarevac, normalnog kolosijeka dužine 3480 m, čiji je predračun iznosio 42,600.000 Din. Rad je obustavljen 15. XI. 1931. god. Za izvršene radove isplaćeno je 24,297.615 Din. Na pruzi Beograd — Pančevo izrađeni su iz budžeta i na račun reparacija stubovi dunavskog i tamiškog mosta, te isporuka i montaža gvozdene konstrukcije za oba mosta, što sve ing. Milenković potanko opisuje.

Još je sagrađen drugi kolosijek na glavnoj pruzi Velika Plana — Lapovo dužine 19 km, i veza uzanog kolosijeka od stanice Klenak do Šapca, preko već prije izrađenog željezničkog i drumskog mosta.

GRAĐENJE I FINANCIRANJE ŽELJEZNIČKIH PRUGA SA STRANIM PREDUZEĆIMA

Zbog političkih promjena (diktatura), od januara 1929. god. nije se moglo pomišljati ni na kakav spoljni zajam. Ipak su strani financijeri nalazili razne zagovarače, preko kojih su pokušavali da plasiraju svoje kapitale uz dobru zaradu, pak su stizale ponude za građenje pojedinih pruga po jediničnim cijenama.

Ministar građevina raspisao je 15. X. 1930. god. konkurs za podnošenje ponuda za građenje željeznica zajedno s financiranjem, a raspisao je ujedno i natječaj za građenje nekih putova.

Konkurs je bio raspisan za 8 pruga iz uredbe od 1927. god., s proračunskim iznosom od 1,173,306.000 Din. Stiglo je 8 ponuda, od toga 4 potpune i 4 bez jediničnih cijena. Vidjelo se, da nudioci ne žele da javno iznesu najniže cijene, ali da su voljni u pregovorima da od njih popuste. Zato su u ministarstvu saobraćaja obrazovane komisije, da preispitaju ponude i da vode pregovore o tehničkim pitanjima, dok je financijske pregovore imao da vodi sam ministar financija, a odluku trebao je da donese privredno-financijski komitet ministara. Na taj su način zaključeni ovi ugovori:

1. UGOVOR SA EVROPSKIM DRUŠTVOM. Ovo preduzeće podnijelo je 17. IV. 1931. g. definitivan financijski i tehnički ugovor za građenje pruge Veles — Prilep, normalnog kolosijeka, dužine 86 km, po utvrđenim jediničnim cijenama prema predračunu od 228,666.610 Din ili 103,000.000 francuskih franaka, uz uvjet, da se njemu ustupi nabavka materijala za ministarstvo saobraćaja, ili za koje drugo ministarstvo za sumu od 57,000.000 francuskih franaka, a materijal bi se izradio u francuskim fabrikama.

Financijski uslovi bili su ovi: Emisioni kurs 92%, sa 7% kamata i interkalarna kamata od 2%. Rok otplate 12 god. koja počinje sa 7. semestrom. Za prve 3 god. plaćat će se samo interes 7% na iznose, za koliko su izvršeni radovi. Društvo se oslobađa svih dažbina i trošarina. Kaucija od 3,090.000 francuskih franaka polaže se u državnim papirima po nominalnoj vrijednosti. Sa ovim ugovorom složio se ministar financija i privredno-financijski komitet, a Glavna kontrola ga je odobrila 31. III. 1932. godine, pa je ozakonjen financijskim zakonom za 1933./34. god. Građenje je otpočelo 19. IX. 1932. god., a imalo je da traje do 19. IX. 1935. god. Evropsko društvo je povjerilo radove našim firmama »Rekord« i »Fe-

niks«. Ukupna vrijednost radova iznosila je 233,403.198 Din, a do 1. XI. 1934. izrađeno je posla za oko 90% u vrijednosti od 210,615.060 Din. Za dovršenje ostalo je još radova u tunelu ispod Babune dugom 2539 m.

2. UGOVOR SA PREDUZEĆEM BATIGNOL. Ono je podnijelo definitivnu ponudu za građenje ovih pruga: a) građenje pruge normalnog kolosijeka Beograd—Pančevo dužine 21.5 km za iznos od 79,603.987 Din sa financiranjem cjelokupne eksproprijacije. Pruga je uzeta u rad 1. VIII. 1933., rok građenja 2 god. Ukupna vrijednost radova iznosila je 89,883.000 Din, a do 1. XII. 1934. god. izrađeno je oko 90%, za iznos od 71,132.000 Din, b) građenje normalne pruge Kuršumlija—Priština dužine 68 km za iznos od 222,788.253 Din sa financiranjem eksproprijacije i c) građenje pruge normalnog kolosijeka Beograd — Topčider — Kneževac, dužine 11.83 km, za iznos od 20,397.170 Din, sa financiranjem cjelokupne eksproprijacije. Pored ovoga, preduzeće financira do 5% predračunskog iznosa troškove državnog osoblja i nadzora na svima trima prugama i država ima da to isplati u tri rate za trajanja samog građenja. Financiranje će se izvršiti na isti način kao i financiranje mosta preko Save i isušivanje Pančevačkih ritova, dugoročnim financiranjem od 30 godina sa kamatnom stopom od 7%, sa kursom i emisijom, koja će se zajednički utvrditi i ostvariti u povoljnom momentu.

Dok se ne ostvari ova emisija, društvo je dužno, da daje državi kredit uz kamatu od 5.75% (t. j. za 1.25% više od kamatne stope Francuske narodne banke). Po financijskom ugovoru plaćanja vrši Državna hipotekarna banka za račun države. Potrebna sredstva za plaćanje banka će dobiti putem emisija dugoročnih založnica, t. zv. emisija Pančevo, po financijskom ugovoru od 18. V. 1929. god., iz kojih se isplaćuju pored ovih i radovi na melioraciji Pančevačkih ritova i na izgradnji zemunskog mosta, koji su ustupljeni istom društvu.

Do sprovođenja te emisije društvo kreditira radove tako, da mu se obračunava kamatnjak od 5.75%, i da se kreditirani iznosi otplaćuju u mjesečnim isama počevši od 8. mjeseca 1932. god. do 1936. god., što je u početku kasnijim ugovorom produženo do 1. IV. 1938. god. radi plaćanja manjih iznosa.

Kao kompenzaciju za ovu izmjenu financijskog ugovora društvo je tražilo i dobilo 25. X. 1931. god. izmjenu tehničkog ugovora, i to tako, da radovi na pruzi Kuršumlija — Priština počnu tek po dovršenju pruge Beograd — Pančevo. Time je pomjeren rok dovršenja ugovorenog posla do 4. mjeseca 1937. god. i smanjeno angažiranje društva u kreditiranju radova od prvobitnog iznosa.

Ovo, a i ono, što je kasnije slijedilo sa odlaganjem rokova za dovršenje pojedinih pruga, bile su najfatalnije pogreške državne uprave, budući da su sve njezine obaveze prema društvu ostale, a financiranje društva t. j. glavni razlog, radi kojega se pravio ovaj za nas nepovoljni zajam, uz ogromne pogodnosti društvu od strane države — naprosto je otpalo, jer društvo dalje radi našim novcem i samo utoliko, ukoliko te iste pristižu.

Pred preuzećem građenja željezničkih pruga društvo Batignol je preuzelo i razne druge radove, kao izradu nasipa i instalacija za isušenje pančevačkih ritova, izradbu donjeg stroja drumskog mosta za Zemun, za koje radove je zaključilo ugovore sa Min. građevina, što je uz ugovore za svih 6 željezničkih pruga iznosilo Din 1,168,650.205.

3. UGOVOR SA PODUZEĆEM BOAJE iz Pariza. Ovo je poduzeće podnijelo ponudu za građenje ovih pruga: a) Glogovci (Priština)—Peć, normalnog kolosijeka, dužine 62 km, za iznos od 165,671.860 Din. Građenje je započelo 1. IV. 1930. god., sa rokom od 3 godine. Vrijednost radova iznosila je 141,277.000 Din, a do 1. XII. 1934. god. izrađeno je za 77,934.000 Din. b) Bihać—Zrmanja (Knin), normalnog kolosijeka, dužine 88 km, sa iznosom od 285,814.140 Din. (Kako je ranije kazano, ovdje je namjerno unesena pruga na Zrmanju mjesto ozakonjene pruge na Knin).

Financijski uslovi su ovi: Emisioni kurs 92%, sa kamatnjakom od 7% i interkalarnim interesom od 3%, budući da nema dobave materijala. Rok otplate je 12 godina, a početak otplate tek 7. semestra. Za prve tri godine 1932., 1933. i 1934., dok traje građenje, plaćaju se samo kamati od 7% na iznos izvršenih radova. Društvo se oslobađa svih taksa, dažbina, trošarina i t. d. Garanciju od 3% po nominalnoj vrijednosti u iznosu od 7,200.000 fr. franaka društvo polaže u držav. papirima. (Koliko je samo kod toga zaradilo!). Preduzeće se obavezuje davati avanse za troškove nadzora i eksproprijacije, a država mu to vraća kroz prve tri godine trajanja radova.

Ugovor je sklopljen 3. I. 1932. god. Glavna kontrola je dala svoju suglasnost 31. III. 1932. god., a ugovor je ozakonjen financijskim zakonom za 1933./34. god. iako preduzeće nije bilo položilo propisanu kauciju. Zbog ovoga došlo je bilo do nesuglasica između ministra saobraćaja i tadanjeg načelnika odjeljenja za gradnju željeznica, pa je načelnik penzioniran. Ni nakon toga Boaje, sve do 8. mjeseca 1932. god. nije bio položio propisanu kauciju, pak je tražio, da se njegov ugovor prenese na Batignola. Mjesto da se je ugovor raskinuo, on je prenijet na Batignola, uz izvjesne izmjene 1. X. 1932. god. I ove izmjene bile su na štetu države, i to: produžen je rok građenja za prugu Bihać — Knin od 3 na 4 god. i odložen početak građenja do iza dovršenja građenja pruge Priština — Peć, t. j. za dalje 3 godine. Sklopljen je novi financijski ugovor, u kome su ranije odvojene otplate za svaku prugu spojene u jedno. Prema tome je financiranje od strane društva postalo fikcija, ono je gradilo, ukoliko je dobivalo od države anuitete.

Ministarski savjet i Glavna kontrola odobrili su ovu promjenu 26. XII. 1932. god. »kao korisnu po državu«.

4. UGOVOR SA PREDUZEĆEM LOZINGER I dr. iz Berna. Skupština Požarevačke oblasti zaključila je 1. X. 1927. god., da u svojoj Oblasti izgradi

156 km normalnih i 88 km uzanih željeznica i da se u tu svrhu zaduži za 5,000.000 dolara. Vlada je odobrila tu odluku i Uredbom od 20. VII. 1929. g. podijelila Požarevačkoj oblasti koncesiju.

Ministar financija 21. V. 1929. god. dao je Požarevačkoj oblasti nalog za zaduženje i potpisivanje ugovora, pošto je i sam prethodno tražio na strani obavijesti o preduzeću Amerikan Orient Konstrukt Sindikat, s kojim je Požarevačka oblast 2. III. 1929. god. bila zaključila ugovor.

Požarevačka oblast je izdala 3 mjenice na 100.000 dolara za trasiranje, a za građenje na 8,237.192 dolara, sa semestralnim rokovima kroz 14 god., računajući, da će radovi otpočeti 1. VII. 1930. god. i biti završeni za 3 godine. Emisioni kurs bio je 87% sa 7% kamata. *Mjenice nisu vezane za građenje pruga.*

Orient Konstrukt do 1. VII. 1930. god. nije ispunio prvi dio ugovora, jer je obilježio trasu na terenu samo od Požarevca do Majilovca. Kad je trebalo otpočeti građenje, Orijent Konstrukt nije mogao da smogne novac, pa mjesto da je Požarevačka oblast raskinula ugovor, dozvolila je Orijent Konstruktu da ugovor prenese na novo preduzeće Lozinger & Co.

Ministar financija izvještava ministra saobraćaja, da je zaključio sporazum sa firmom Lozinger 25. VIII. i 12. IX. 1930. god., koji je odobrio i ministarski savjet 15. IX. 1930. god. Lozinger je ovim ugovorom primio na sebe prava i obaveze firme Orient Konstrukt i od njega otkupio mjenice prema ugovoru od 2. III. 1929. god. *Naknadno su se imale sporazumno utvrditi cijene* za radove na pruzi Požarevac—Kučevo.

U Odjeljenju za građenje željeznica obrazovana je komisija da utvrdi sporazumno cijene, ali do sporazuma nije došlo, jer je preduzeće tražilo 8,032.824 Din preko predračuna odjeljenja. Odjeljenje je isto tako tražilo smanjenje cijena za daljnjih 10%, t. j. ugovorenu nagradu Orient Konstruktu, koji je imao da financira i da gradi za Požarevačku oblast, a što je već ušlo u Lozingerove cijene. Lozinger je još tražio i besplatan podvoz, koji je bio priznat Požarevačkoj oblasti kao državnoj ustanovi. Traženje Odjeljenja uputio je ministar saobraćaja ministru financija. Na to je obrazovana nova komisija, te je u pregovorima preduzeće Lozinger popustilo od svog traženja 1,584.191 Din i na ovoj bazi je sklopljen sporazum 12. V. 1931. god.

Preduzeće Lozinger izvijestilo je odjeljenje 27. VIII. 1931. god., da je ustupilo izvršenje poslova našim domaćim firmama »Progresu« iz Sarajeva 15 km, »Slozi« iz Beograda 27 km i »Rasini« iz Beograda 19 km. Opetuje se stara praksa. Naši grade — strancima čista dobit!

Ukupna vrijednost svih radova na ovoj pruzi iznosi 264,000.000 Din. Radove su započeli »Sloga« i »Progres« na 15. IX. 1931. god., a »Rasina« 1. X. 1931. god. Rok građenja je bio 3 godine, ali zbog olakšica u plaćanju bio je taj rok produžen do kraja 1936. god.

Radovi na donjem stroju bili su uglavnom gotovi do kraja 1934. god. Preduzeće je tražilo da dobavu šinja, skretnica i ostalog materijala za gornji stroj izvrši sama država, pa je zbog toga, a i poradi načina isplate isa, došlo do nesuglasica, a naročito zbog toga što preduzeće ne vrši kreditiranje, već državnim novcem gradi željeznicu. Zbog tih razloga došlo je do raskida ugovora, i 5. VIII. 1934. god. izvršena je obustava radova na cijeloj pruzi.

Obrazovana je komisija zbog izvršenja definitivnog obračuna i ona je ustanovila, da je izvršeno radova svega za 131,848.951 Din, tako da je po odbitku posljednje situacije za 7. mjesec 1934. god. od Din 127,912.951 ostalo za isplatu još Din 3,936.000. Preostali radovi imali su se izvršiti iz budžeta.

Ovi nepovoljni ugovori bili su u javnosti mnogo kritizirani, iako u štampi o tome nije moglo biti govora. Skupština je primila sve onako, kako su to ministri predlagali, a ugovori su ozakonjeni financijskim zakonom za 1932./33 i za 1933./34. god.

Protiv tih ugovora ustao je i bivši ministar saobraćaja ing. Andra Stanić. Iznio je svu štetu po državu iz tih ugovora, koju cijeni na oko 800,000.000 Din. *Tvrdio je, da smo mi sami sa istim anuitetima, koje smo plaćali stranim posrednicima, mogli za 7—8 god. sagraditi sve te pruge,* sa našim ljudima i uz mnogo manje cijene, a otpala bi naplata prima od 28.5% kao i anuiteti za dalje godine, da je tobožnje financiranje samo obmana, a ne stvarnost, *jer se gradi našim novcem.* Sva skupština kao i javnost odobravala je ing. Staniću i bila zanesena njegovim govorom. Međutim ti isti poslanici, koji su burno odobravali ing. Staniću, isto su tako odobravali i izvodima ministra saobraćaja Radivojevića, koje je on iznio u svoju obranu. Iza toga skupština je prošla preko te »malenkosti« od 800,000.000 Din. Najžalosnija u toj raspravi bila je izjava ministra predsjednika Uzunovića, da je ova afera »inženjerski duel«.

Iako je skupština izglasala predloženi budžet i financijski zakon za 1934./35. god., ministar saobraćaja je morao napustiti svoje mjesto.

Novi ministar saobraćaja gen. Milosavljević je predložio, a vlada je odmah riješila, da se obrazuje specijalna komisija, koja će ispitati sve zaključene ugovore, ocijeniti njihov financijski efekat, kao i izmijenjenu financijsku situaciju u zemlji i na strani, pak da donese zaključak i prijedlog, što bi trebalo da se poduzme za cjelokupno rješenje toga krupnog državnog pitanja.

U detaljnim izvještajima o pojedinim zaključenim ugovorima komisija je podnijeta 9. VII. 1934. iscrpan i dokumentiran izvještaj o veličini štete, koju će država pretrpjeti, ako te ugovore do kraja izvrši.

OTKAZ I PREKID UGOVORA. Prema referatu ministra saobraćaja, ministarski savjet je riješio 30. VIII. 1934. god., da se raskine ugovor sa građevinskim preduzećem Lozinger za građenje željezničke pruge Poža-

revac—Kučevo i ostalih pruga u bivšoj Požarevačkoj oblasti, i to poslije neuspjele nagodbe sa preduzećem. Nakon toga je kolaudaciona komisija izvršila obračun 26. XI. 1934. god.

Vlada je donijela odluku 13. IV. 1934. god., da se i željezničke pruge Kuršumlija — Priština i Bihać — Knin izuzmu iz građenja po ovim ugovorima, a za ostale, da se izvrši revizija cijena, valute plaćanja, amortizacionog plana i t. d.

Željeznička građevna politika vlade od 1930. do 1933. god. pretrpjela je slom. Da su ti radovi bili izvođeni po prvobitnom programu, t. j. da su preduzeća uistinu financirala radove, ne bi se bila kod nas ni osjetila privredna kriza, a to je bio i glavni razlog zaključenju tih nepovoljnih zajmova.

Strana preduzeća računala su s time, a i uspjela su, da po nas nepovoljne ugovore izmijene u svoju korist, a na našu štetu. Tek nakon tri godine ovakva razornog rada preduzeća, počinje da se uviđa štetnost takva rada i pokušava da se isprave pogreške.

REVIZIJA UGOVORA. 13. IX. 1934. god. određena je nova komisija sa zadatkom, da povede pregovore sa preduzimačima za reviziju postojećih ugovora, a na osnovu odobrenih prijedloga, koje je podnijela prva stručna komisija 9. VII. 1934. god.

Do kraja 1934. god. završeni su pregovori sa firmama Lozinger i Evropskim društvom ovako:

A) Lozinger. Preduzeće je tražilo naknadu u razmjeru pada dinara na stranim tržištima. Komisija je stala na ispravno gledište, da plati prim samo za nabavke na strani, jer se vrijednost dinara u državi nije smanjila, čak se i povećala. Arbitražni sud osudio je našu državu, da sve plati u zlatnim dinarima. Predstavnici naše države osporili su nadležnost arbitražnom sudu, pak je Švicarska tužila našu državu Haškom sudu.

Kako preduzeće nije htjelo da produži radove na pruzi niti da nabavi šinje ni pragove, dok mu se dugovane sume ne isplate u zlatnim dinarima, raskinut je ugovor sa Lozingerom 30. VI. 1934. god. Preduzeće nije pristalo na raskid, već je tražilo, da se ugovor izvrši do kraja. Ministar financija obrazovao je komisiju stručnjaka ministarstva saobraćaja i ministarstva financija, koja je predložila poravnanje na način, da se ugovor raskine, a da država plati preduzeću izvršene radove po ugovorenim cijenama i suviše 10% zarade, a da poduzeće vrati sve deponirane mjenice. Dovršenje pruge neka izvrši Direkcija za građenje. Spor neka riješi u Beogradu Državno pravobranioštvo, što je Ministarski savjet dozvolio.

B) Evropsko društvo. Do spora je došlo prilikom isplate bonova za izvršene radove zbog devalvacije našeg dinara na strani. Država je pristala — isto kao i kod Lozingera — da nabavke na strani plati sa primom, a sve izdatke u zemlji bez prima, ali društvo nije htjelo da na to pristane.

Budući da nije došlo do sporazuma, preduzeće je obustavilo radove u decembru 1934. god. i iznijelo spor pred arbitražni sud. Januara 1935. god. arbitražni sud nije se složio, te su započeti novi pregovori. Ni tada nije došlo do sporazuma, pak je ministarski savjet 16. IV. 1935. god. donio privremeno rješenje u cilju produženja radova na pruzi, povećao je ugovoreni kredit, da se pruga dovrši, a da se kasnije donese definitivna odluka po »primu« putem arbitražnog suda.

C) Preduzeće Batignol. Predstavnici ministarstva saobraćaja i financija vodili su pregovore sa društvom Batignol. Ti su pregovori krajem 10. mjeseca 1935. god. doveli do sasvim novog uređenja spornih pitanja. Na osnovu ponude društva od 29. I. 1935. god. izvršene su ove promjene ugovora:

1. Isplata prima: Državni predstavnici stali su na poznato gledište priznavanja prima za isplatu na strani, režiju i dobit sa kamatama, i u tome su imali uspjeha, i to, da se »prim« plaća na 45% za željezničke pruge Kuršumlija — Priština, Beograd — Pančevo, Beograd — Resnik i Priština — Peć, kao i na Pančevačkom ritu i Savskom mostu, a na 40% za prugu Bihać — Knin. Dinari će se pretvoriti u francuske franke po stabilizacionom kursu od 1.000 francuskih franaka za 2.224,528 Din. Vrijednost smanjenja prima, koja je ovim sporazumom postignuta, iznosi oko 208 milijuna Dinara.

2. Revizija jediničnih cijena: Poslije dugih pregovaranja društvo je smanjilo ugovorene cijene za 14%, što je za pruge Bihać — Knin i Kuršumlija — Priština iznijelo 51 milijun dinara.

3. Valutno pitanje: Društvo je pristalo, da za izvjestan period vremena prima plaćanja umjesto u francuskim francima u našim dinarima, po dnevnom kursu beogradske burze.

4. Kamata i interkalar: Društvo pristaje na smanjenje kamatne stope na sva potraživanja na 5% umjesto 7% i 5.75%, kao što je to bilo ugovoreno. Od 1. I. 1935. god. prestaje naplata interkalarne kamate od 3% samo za prugu Bihać — Knin, jer će se skoro dovršiti pruga Priština — Peć i za nju prestaje. Smanjenje kamata iznosi do isteka ugovora 33 milijuna dinara, a interkalar stvarno 34 milijuna dinara.

5. Odlaganja plaćanja: Društvu će se dužni iznos isplatiti u 12 jednakih mjesečnih isa, počevši od 1. XI. 1935. god., kojih se vrijednost može ocijeniti na 55 milijuna dinara.

6. Amortizacione tabele: Plaćat će se društvu za prugu Priština — Peć u 6-mjesečnim obrocima po 3,950.000 franc. franaka, 1. I. i 1. VII. svake godine, počevši od 1. I. 1936. god. Za prugu Bihać—Knin u 6-mjesečnim obrocima od po 7,500.000 franc. franaka, 1. I. i 1. VII., počevši od 1936. godine.

7. Rok izvršenja radova na pruzi Bihać — Knin je 48 mjeseci za izvršenje glavnih radova, kao i rok od 6 mjeseci za prethodne radove, a računat će se otkada društvo dobije zemljište, obilježenu trasu, uzdužni profil i

poprečne profile po 15 km počevši od Bihaća i Knina. Ovaj dan ne smije biti kasnije od 1. VI. 1936. god.

Kako je rečeno, utanačen je rok za dovršenje pruge od 48 + 6 mjeseci. Ovaj dugi rok zahtijevalo je poduzeće iz razloga da ne bi trebalo angažirati vlastiti kapital. Ono je htjelo da gradi, a i gradilo je sa anuitetima, koje je od Jugoslavije dobivalo, a preko toga nije htjelo da troši i da se angažira.

8. Rok izvršenja radova na pruzi Kuršumlija — Priština: Rok za dovršenje je 36 mjeseci i 6 mjeseci kao pod 7., počet će od dana, kad društvo dobije zemljište, i to po 20 km od Kuršumlije i od Prištine, a to ne smije da bude poslije 1. XI. 1936. god.

9. Hipotekarna banka isplaćivat će društvu 1,660.000 franc. franaka svakog 1. u mjesecu kroz 36 mjeseci počevši od 1. I. 1937. god. do 1. XII. 1939. god. zaključno. Ostatak u jednakim mjesečnim isama, koje će polagati svakoga 1. u mjesecu počevši od 1. I. 1940. god. do 1. XII. 1941. godine zaključno.

10. Društvo pristaje da daje avanse za troškove eksproprijacije i državnog nadzora do 5% od cjelokupnog iznosa radova u građenju. Ovi će mu se avansi isplatiti u roku od 3 god., otkada su učinjeni.

Revizijom ugovora sa Batignolom ušteđeno je u korist države prema obvezama ranijih punovažnih ugovora oko 300 milijuna dinara i rasterećen je budžet za god. 1935., 1936. i 1937. u iznosu od 361,520.000 Din. Novim sporazumom izvršena je ušteda za 77.4% ili za 3/4 od onih razlika, kako ih je računala komisija za ovo preduzeće.

Ministar Sv. Milosavljević bio je u jednom svom napisu obećao i tražio, da se izvještaj komisije, koja je ispitivala ove po državu nepovoljne ugovore sa svim prilozima objelodani, a i pisac ove knjige je u jednom svom članku isto preporučivao, ali do toga nije došlo. Bilo je poželjno da i javnost bude točno upućena u štetnost dotadanjeg rada. Zapelo je na zabrani najviših državnih faktora.

Ovim se završava kratki prikaz povijesti građenja naših željeznica. Cilj je ovog prikaza da iznese sve teškoće, koje su se morale prebroditi, dok se je izgradila ova naša današnja manjkava željeznička mreža. Iz prikaza se vidi, da ona nije planski građena. Naročito treba uočiti i upoznati ogromne štete, koje smo pretrpjeli gradeći tuđim parama osobito u doba nenarodnih režima u bivšoj Jugoslaviji. Svakom će biti jasna slika izrabljivanja naših naroda po stranom kapitalu i sramna uloga vladajuće klike bivše Jugoslavije. Nije im bio cilj pomoći našim narodima, nego na lak način doći do pljačke.

U novoj Jugoslaviji moramo popraviti sve pogreške prošlosti. To ćemo moći učiniti ako svi pomognemo naše Narodne vlasti u izvršenju bližih i daljih ciljeva izgradnje naše zemlje, konkretno sada pomažući izvršenje Petogodišnjeg plana. Naše masovne organizacije a naročito herojska Narodna Omladina trebat će i dalje da gradi željeznički put na more, u naše luke, trebat će povezivati naša prirodna vrela i bogatstva i učiniti ih pristupačnim našoj industriji i povoljnim novim prugama pojeftiniti izvoz.

Što prije izgradimo željeznice i povežemo naše luke, rudne bazene i druga naša bogatstva, prije ćemo izgraditi socijalizam.

Kao što su naši narodi pod rukovodstvom druga Tita i Komunističke Partije uspostavili u ratu teško oštećeni željeznički saobraćaj, tako ćemo ga sigurno u bliskoj budućnosti dopuniti, proširiti a konačno i elektrificirati.

To ćemo moći zato izvesti, jer je nova Jugoslavija izmijenila i mijenja svakim danom sve više izgled svoga društvenog uređenja, te od zaostale i nekulturne zemlje, gradi se nova moćna i jaka socijalistička zajednica ravnopravnih naroda.

VI. ŽELJEZNICE

Podjela predmeta:

A. Opća razdioba željeznica.
B. Zakoni i propisi.
C. Najvažniji pojmovi željezničke tehnike.
D. Željezničke predradnje.
E. Građenje željeznica.
F. Saobraćaj na željeznicama. (Dolazi u II. knjigu.)

A. OPĆA RAZDIOBA ŽELJEZNICA

Željeznice se dijele:

1. Prema vrsti saobraćaja na:
   a) Glavne I. reda
   b) Sporedne (sekundarne) ili glavne II. reda
   c) Mjesne željeznice ili tercijarne (III. reda)
2. Prema načinu kretanja ili uređaja na:
   a) Adhezione, kod kojih pogonska sila djeluje na točkove lokomotive, o koju su prikačeni vagoni i koje ona vuče. Kretanje se vrši uslijed trenja između oboda točkova lokomotive i šinje;
   b) Zupčane. Kretanje se vrši pomoću odupiranja zubnog kotača o zupčanicu;
   c) Žične. Vozila se kreću po šinjama, a pričvršćena su o jedno uže, koje se navija oko jednog kolotura.
   d) Viseće ili zračne. Vozila su obješena o jedno uže, a pomiču se kao pod c).
3. Prema predjelu, u kojem su građene na:
   a) Nizinske
   b) Brežuljaste ili humovite
   c) Brdovite
   d) Planinske
   e) Gradske (eventualno i podzemne).
4. Prema širini kolosijeka i načinu izvedbe na one:
   a) Normalnog, širokog i uzanog kolosijeka
   b) Jedno-, dvo- ili višetračne, prema broju kolosijeka.

5. Prema pogonskoj sili na:
   a) Parne i parno turbinske, pogonska sila je para
   b) Električne
   c) Motorne sa zgusnutim plinom, sirovim uljem, benzinom i sl.
   d) Animalnim ili ručnim pogonom.
6. Prema cilju i svrsi, za koju su građene, na one:

a) Javnog saobraćaja, za osobe i za teret. Mogu biti komercijalne, političke i strateške. Za vršenje saobraćaja na ovakvim željeznicama postoje posebni propisi, koji obezbjeđuju sigurnost osoba i robe povjerene željeznici na prijevoz.

b) Privatnog karaktera: poljske ili radne željeznice, one služe, dok traje stanovita gradnja. Priključne, privozne, fabričke ili industrijske, obalne, šumske, rudarske, ugljeničke, vojničke i t. d. Sam naslov označuje njihovu svrhu.

Saobraćaj na ovakvim željeznicama nije redovit, on se vrši prema potrebi, drugi obziri izvan poduzeća ne dolaze do uvažavanja ili samo djelomično. Na mnogim našim šumskim željeznicama dozvoljava se saobraćaj osoba i robe, ali uz vlastitu odgovornost onoga, koji putuje ili predaje robu. To su željeznice sa ograničenim javnim ili putničkim prometom.

c) Turističke. Saobraćaj se na njima često vrši samo u stanovito doba godine.

U našoj Domovini imamo i nekoliko »Pionirskih pruga«. One služe javnom saobraćaju, a naročito uzdizanju kadrova.

Na ovim željeznicama vrše službu i pioniri. One su ponos naših pionira, izgrađene su uz pomoć masovnih organizacija, a naročito Narodne Omladine.

7. Prema odnosu željeznice prema općoj željezničkoj mreži i kako je pruga položena na: priključne, odvojne, spojne, ćor- ili krnj-željeznice, u gradovima mogu da budu kružne, opasujuće, poprečne, zračne, visoke i podzemne pruge.

8. Prema tijelu, koje na njima vrši saobraćaj, na: državne, federalne, oblasne, okružne, općinske, gradske, vojničke i privatne.

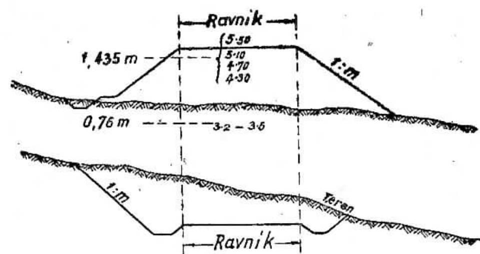
9. Prema prostranosti djelovanja i njihovoj privrednoj važnosti na:

a) Svjetske i glavne I. reda. One služe velikom međunarodnom saobraćaju. Na primjer kod nas: Budimpešta — Subotica — Beograd — Niš — bugarska i grčka granica; Beč — Graz — Maribor — Ljubljana — Trst — Milano; Venezia — Trst — Postojna — Ljubljana — Zidani Most — Zagreb — Beograd — Sofija — Carigrad; Venezia — (Trst) — Gorica — Podbrdo — Jesenice — Celovec — Beč i Jesenice — Spital a/D — Mallnitz — Salzburg — München; Rijeka — Zagreb — Vinkovci — Subotica — Bukurešt; Rijeka — Zagreb — Koprivnica — Đekenješ — Budimpešta i t. d. Sve one prolaze preko naše zemlje.

Druge svjetske željeznice izvan naše zemlje: gothardtska, simplonska, arlberška i t. d., a najveličanstvenija među njima je sibirska magistrala.

b) Glavne željeznice II. reda. One služe jačem saobraćaju između raznih krajeva iste države ili povezuju razne njihove federalne jedinice među sobom, ili sa svjetskim željeznicama, kao na pr. kod nas: lička i unska pruga; Ljubljana — Novo Mesto — Metlika — Karlovac; Subotica — Dalj — Vinkovci; Brod — Sarajevo — Metković — Ploče; (Gruž — Zelenika); Sarajevo — Višegrad — Užice — Obrenovac — Beograd; Užice — Čačak — Kruševac — Stalać — Zaječar; Prahovo — Niš — Kuršumlija — Priština—(Dunav—Jadran). Među njima su neke pruge kolosijeka 0.76 m, a one su ipak glavne pruge II. reda prema njihovoj važnosti i namjeni.

c) Mjesne željeznice ili vicinalne. One povezuju stanoviti predjel sa glavnom željezničkom mrežom, i njezini su pritoci. Omogućuju alimentaciju glavnih željeznica, izvoz pretička i dovoz onoga, što nedostaje jednom kraju. Na pr.: Zagreb — Zaprešić — Varaždin — Čakovec — Donja Lendava; Zagreb — Dugo Selo — Novska, ali ova je pruga naknadno pregrađena u glavnu prugu, jer od Novske do Zagreba nadomješta drugi kolosijek na glavnoj pruzi od Beograda do Zagreba. Dalje Koprivnica — Virovitica — Našice — Osijek i Sunja — Banja Luka; Bosanski Novi — Bihać, ali i ova je postala glavna pruga II. reda sada nakon dovršenja unske pruge; Caprag — Karlovac i t. d.



Sl. 57. Ravnik (planum) željezničkog trupa

d) Gradske željeznice (tramvaji) mogu biti cestovne, nadzemne ili podzemne. One omogućuju brži saobraćaj u jednom gradu, ili između grada i njegovih predgrađa, kao i opskrbu grada živežom i radnom snagom, a i periferiju onim, što joj treba iz grada. U velikim gradovima mogu da budu i brze gradske željeznice.

Ad 1. a) Glavne željeznice I. reda ili svjetskog međunarodnog značenja građene su vrlo solidno, često imaju dvostruki ili više kolosijeka.

One su uglavnom normalnotračne (1.435 m), ili širokog kolosijeka (SSSR, Australija i t. d.).

Širina ravnika (planuma) (sl. 57.) je kod jednotračnih normalnih željeznica iznad 5.50—5.70 m, kod dvotračnih barem 8.50 m, ovisna je o građevini i propisana je tehničkim uslovima (T. U.). Trasa je što više ispružena krivine su velikog polumjera i imaju male uspone. *Rmin* je 350 do 450 m u teškom terenu, 500 do 600 m u brežuljastom, a 700 do 1000 m u ravnom terenu. Mnoge svjetske (starije) željeznice imaju manji *Rmin* i to: Beč—Krakov u ravnici *Rmin* = 660 m, a u planinsokm terenu Semmerinška 190 m, Brennerska 285 m, Gotthardtska 240 m, Arlberška, Turska, Karavanska, Bohinjska 250 m, Lötschberška 300 m.

Gornji stroj na njima je od šinja, koje teže preko 40 kg/m[1], a ima ih i do preko 50 kg/m[1]. U SSSR i u SAD na nekim prugama do preko 65 kg/m[1].

Križanja u razini s drugim komunikacijama nisu dozvoljena. U Njemačkoj se mora tražiti dozvola »Reichseisenbahnrata« kod primjene uspona većeg od 12,5‰ (1 : 80). U brdovitim predjelima uspon je do 25‰, a kadgod i više. Željeznica preko Semmeringa i Brennera ima 25‰, a preko Gotthardta, Lötschberga i Turska ima 27‰, preko Mont Cenisa ima 30‰, a ona preko Arlberga ima 25‰ u pravcu Švicarske i 31,4‰ u pravcu Austrije. Ovakvi usponi su previše jaki i nerado se primijenjuju u današnje doba.

Najmanji radius zakrivljenosti u teškom terenu je *Rmin* 300 m. U jako teškom terenu ide se čak i niže. Na glavnoj pruzi preko Semmeringa upotrebljen je, kako je već spomenuto *Rmin* = 190 m, ali ona se gradila pred nešto manje od 100 godina.

Kod krivina protivnog smjera, umetao se je prije čisti međupravac između prelaznih krivina *Rmin* = 30—50 m.U Srbiji je međupravac 50 m. Prema novim propisima međupravac nije potreban.

Kod glavnih željeznica računa se s jakim saobraćajem. Veći troškovi izgradnje moraju da smanje saobraćajne troškove i da omoguće što brži (do preko 100 km/h), sigurniji i jači saobraćaj.

Ad 1. b) Glavne željeznice II. reda povezuju razne važne dijelove države ili glavne gradove federalnih jedinica među sobom i sa svjetskim željeznicama, kao i glavne pruge jednu sa drugom. Nema točne granice između željeznica I. i II. reda, a njihovi elementi su zavisni od teškoća terena, od brzine vozova i od važnosti same pruge.

Ovakve željeznice su uglavnom normalnog kolosijeka (1.435 m) i širine planuma iznad 5 m (kod nas 5.40 m). One mogu da budu širokog, a i uzanog kolosijeka. Propisi za odvijanje saobraćaja su jednostavniji.

U SSSR-u uključivo Sibiriju (PTE § 32) i Južnoj Australiji je širina kolosijeka 5′ (engl. stopa) = 1.524 m, u Irskoj i Viktoriji (Australija) 5′ 3″ = 1.60 m; u Španiji, Portugalu, Indiji, Argentini i Chile 5′ 6″ = 1.676 m; u Norveškoj, Kaplandu, ostaloj Južnoj Africi, Japanu, Javi i raznim drugim kolonijama 3′ 6″ = 1.067 m. Na Korzici, u Grčkoj, Braziliji, dijelom u Švicarskoj 1.00 m; u Bosni i Hercegovini i u Srbiji 0.76 m.

Mnoge od ovih željeznica su užeg kolosijeka od normalnoga, ali mogu se ubrajati u glavne željeznice. One su građene vrlo solidno, iako su zbog manjih radova jeftinije od glavnih željeznica I. reda.

Širina planuma je za normalne od 5—5.4 m, kod naših uzanih 3.30 do 3.50 m. Maksimalni uspon pri prijelazu vododijelnica penje se do 25‰

(1 : 40). *Rmin* = 250 m kod normalnih, a kod uzanih je manji do 100 m. Ako je *R* ispod 250 m morat će se usporiti brzina.

Brzina vozova na njima kreće se od 50 do 80 km na sat kod normalnih, kod uzanih 0.76 m do 40 km na sat, a kod onih od 1 m širine kolosijeka i do 60 km/h i više (Norveška i Japan). *Rmin* kod kolosijeka 0.76 m je do 100 m, ali je zbog veće sigurnosti bolje da se ne ide ispod 120—150 m.

Na križanjima izbjegavaju se prijelazi u razini s drugom kojom željeznicom, a ukoliko je moguće i sa cestama, sa željeznicama umeću se blokovi, a kod cesta u čvorištima i jako prometnim mjestima brklje i čuvar. Ima mnogo izuzetaka, a osobito kod nas, gdje su mnoge pruge, koje su bile građene kao mjesne, postale glavne, kao na pr. obje pruge od Zagreba do Novske preko Dugog Sela i preko Siska.

Zbog manje brzine na njima, izvedba je nešto jednostavnija, ali je potpuno solidna. Gornji stroj je kod nas tipa Xa, oko 36 kg po m^1, ukoliko su normalne, često i do 40 kg/m^1. Kod uzanih je težina šinja manja, 20 do 28 kg po m^1 na glavnim prugama, a na sporednim su šinje laganije, pa čak i do 13 kg po m^1.

Ad 1. c) Mjesne ili tercijarne željeznice zovu se i lokalne, vicinalne ili nižeg značenja. Normalna širina planuma kod normalnih je od 4.30—4.50 m, kod uzanih kolosijeka od 0.76 m je 3.30 m.

Među ove spadaju i gradske željeznice, koje mogu da budu svakojake širine kolosijeka. Osim gore navedenih, ima ih još i kolosijeka 0.75 i 0.60 m. U Makedoniji za prvog svjetskog rata sagradili su Nijemci više stotina kilometara kolosijeka 0.60 m, ali ih je Jugoslavija sukcesivno pretvarala u normalne pruge.

Ovakve su pruge lokalnog značenja, one povezuju razna područja među sobom, ili s glavnom željezničkom mrežom. Kolosijek se određuje prema prilikama, prema važnosti pruge i prema raspoloživim sredstvima. Ne smiju se nikada dvije željeznice jednakog kolosijeka povezati trećom različitog kolosijeka, jer bi to uvjetovalo dvostruki pretovar. Ta pogreška je bila napravljena u Srbiji prije prvog svjetskog rata. Uzana pruga iz Užica povezivala se je s glavnom kod Stalaća, a uzana iz Zaječara kod Paraćina. Zbog 22 km pruge između Stalaća i Paraćina, morala se roba dva puta pretovarivati, što je osobito otežalo prijenos ranjenika u prvom svjetskom ratu. God. 1923. uspostavljena je uzana veza između gore spomenutih uzanih pruga.

U prošlosti mjesne željeznice građene su većinom privatnom inicijativom uz potporu i razne pogodnosti od strane države, koja je za njihovu izgradnju imala velikog interesa, jer one alimentiraju glavne (državne) željeznice. U Hrvatskoj, Slavoniji, Vojvodini i t. d. sagrađene su mnoge vicinalne željeznice uz pomoć države.

Nagib na njima ravna se prema terenu i ide čak do 40‰ (1 : 25), kadgod je i još veći i do 70‰, ali im je onda moćnost vrlo mala. One su

građene velikom štednjom, što jednostavnije. *Rmin* je 200 m kod normalnih, ali kadgod se upotrebljava i 180 m, pa čak i 150 m, samo da bi se troškovi građenja smanjili. T. V. (Technische Vereinbarungen) propisuju *Rmin* = 180 m. Ako ne prelaze vozila s glavne pruge, prema V. T. može se upotrebiti do *Rmin* = 100 m, ali na ovim prugama upotrebljavaju se vagoni s pomičnim osovinama.

Ovakve željeznice potpuno se prilagođuju terenu, izbjegavaju sve veće radove, osobito tunele, vijadukte i skupe zidove. Protupadovi su na njima dozvoljeni zbog štednje kod građenja. Često one vode i po cestama.

Gornji stroj je lagan, kod normalnih 20—25 kg po m^1. Na vicinalkama u Hrvatskoj, Slavoniji i Vojvodini težina šinja je 21.5 do 23.6 kg po m^1 za normalni kolosijek. Za kolosijek 0.76 m upotrebljavaju se šinje od 12—21 kg po m^1. Na Slavonsko-podravskoj željeznici šinje su težine 11.4 do 11.7 kg po m^1, a ima ih i težih. Za kolosijek od 0.60 m upotrebljene su šinje od 10 kg po m^1, ali je kod njih mala sigurnost i moćnost pruge. Kod uzanih mjesnih željeznica maksimalna brzina iznosi oko 30 km/h. Kod glavnih pruga, pri većim brzinama — brzi vozovi voze do 50 i više km/h — kolosijek mora biti jači i dobro održavan, inače su česta iskliznuća i nesreće.

U kapitalističkim zemljama, željeznice se grade samo ako se one rentiraju. Manje se vodi računa o potrebama pučanstva i o unapređenju blagostanja raznih predjela. Zemlje socijalizma u prvom redu vode brigu o potrebama naroda i o unaprijeđenju blagostanja kraja, kojim željeznice prolaze, jer one omogućuju iskorišćivanje prirodnih bogatstava, unapređuju industriju i poljoprivredu, a time i blagostanje zemlje, što bez njih ne bi bilo moguće.

Širina kolosijeka

Širina kolosijeka zavisi uglavnom od namjene željeznice. Ako željeznice uglavnom služe jačem saobraćaju ljudi i robe, one su redovito normalnog kolosijeka 1.435 m, kojih u svijetu ima najviše, oko 70%, a ima ih i šireg kolosijeka, kao na pr. u Sovjetskom Savezu širine 1.524 m, ali i užeg kolosijeka, oko 1.0 m, u Jugoslaviji 0.76 m, pa čak do 0.60 m, ali ovih je moćnost mala.

Određivanje širine kolosijeka u našoj državi, osobito u njezinim brdovitim krajevima, na dodiru i unutar mreže uzanog kolosijeka, vrlo je zamršen problem i iziskuje savjesno i temeljito proučavanje sadašnjih i budućih prilika.

Pri izboru širine kolosijeka i vrste pruge, koja će se graditi, valja uzeti obzira na širinu kolosijeka pruge, od koje se ona odvaja, ili na koju se priključuje. Ako je nova pruga kratka, bit će bolje graditi je istog kolosijeka, jer se za kratku prugu ne bi isplatio pretovar, a ni troškovi

građenja ne će biti veliki. Krivine moraju biti takve, da omogućuju prijelaz vozila s glavne pruge, t. j. polumjer ne smije da bude manji od 180 m.

Što se osobnog saobraćaja tiče, ne bi smetalo, ako je nova pruga kratka, da kao vicinalka polakše vozi, jer putnik gubi relativno malo vremena, ali, ako je pruga duga i vozi polako, putnik gubi mnogo vremena, a to je vrijeme oduzeto narodnoj privredi. U zapadnoj Istri bila je 1902. godine sagrađena uzana pruga Trst—Kopar—Piran—Buje—Motovun—Vižinjan — Poreč, duga 153 km, ali jer je bila previše duga i spora, napuštena je i uvedene su autobusne linije, koje su mnogo jeftinije za pogon, udobnije su i praktičnije za publiku od željeznice, koja sporo vozi i koja je zaobilazna. U svakom slučaju, ako ima dovoljno sredstava, nastojat ćemo graditi prugu istog kolosijeka, kao što je ona, od koje se nova odvaja; ako je ta relacija kratka, ne ćemo ni graditi željeznicu, već će se uvesti autobusne linije, koje su mnogo praktičnije i jeftinije od željeznice.

Ako se na novoj pruzi očekuje jači saobraćaj, ili ako ona povezuje važna privredna područja ili industriju među sobom, ili sa kojom važnom lukom, a financijskih sredstava za to ima, bit će uvijek bolje, da se odmah sagradi solidnija pruga i da se primijeni kolosijek glavne pruge.

Ne bude li dovoljno sredstava na raspolaganju, osobito kad je nova pruga duga i zbog toga bi bila skupa, onda će se graditi ona jeftinija, mjesna ili uzana. Ali ako gradimo uzanu, a ima vjerojatnosti, da će se u dogledno vrijeme morati da pregradi u normalnu, onda ćemo položiti trasu za normalnu i p o t r a s i n o r m a l n e gradit ćemo uzanu. Da troškovi građenja budu manji, izbjegavat ćemo sve skupe građevine, ali tako, da se one mogu naknadno izvršiti, kad nastupi potreba i bez ometanja saobraćaja. Izbor kolosijeka zavisit će i od terena, da li je on lakši ili teži. U lakšem terenu i, ako se očekuje jači saobraćaj, bit će svakako bolje, da se zadrži kolosijek glavne pruge, jer kada bi se gradio i uzani, ušteda bi bila mala, a uštedjelo bi se poskupljenje zbog pretovara s jednog kolosijeka na drugi.

Premda bi ovo što slijedi, spadalo u drugu knjigu, u »Polaganje trase«, ipak u kratkom izvodu donosim i ovdje. Ova knjiga ima da posluži i kao priručnik mlađim drugovima kod studija i u polju, pak treba da budu upućeni u osnovne principe polaganja trase.

Naša državna željeznička mreža sastojala se prije oslobođenja iz dva sistema: normalnog kolosijeka u dužini oko 7.500 km, a sa željeznicama u Istri i Slov. Primorju imamo oko 8.000 km normalnih, te uzanog kolosijeka 0.76 m u dužini oko 3.600 km. Normalni kolosijek je pretežno izgrađen u sjevernom ravnijem dijelu države i proteže se periferno na jugozapadu do mora u Puli, Rijeci, Šibeniku i Splitu, a na jugoistoku do državne granice kod Caribroda i Đevđelije. 1946 god. sagrađena je Omladinska pruga Brčko—Banovići, a 1947. god. sagrađena je kroz područje

uzane željezničke mreže druga normalna Omladinska pruga sredinom države, od sjevera prema jugu, od Šamca do Sarajeva. Ona će produžiti do mora na ušću Neretve. Ova pruga ide usporedno sa hrptenicom uzane mreže i presijeca je po sredini. Osim toga dovršena je koncem 1948. god. i Unska pruga i neke kraće, svega oko 500 km.

Između spomenutih južnih krakova normalne pruge, t. j. između Splita i Đevđelije, nema normalne željezničke veze, a tako ni sredinom države, osim tek sagrađenih Omladinskih pruga. Iz tog razloga je naša normalna mreža vrlo manjkava i neracionalna. Roba i putnici moraju da voze zaobilazno ili da prelaze s jednog kolosijeka na drugi. Ovakva željeznička mreža ne odgovara našim današnjim potrebama i moramo nastojati da taj nedostatak uklonimo, da našu normalnu mrežu udopunimo.

Kako je već spomenuto, između normalne željezničke mreže na sjeveru države i njezinih normalnih perifernih krakova u pravcu juga i jugoistoka, razvila se u pretežno gorovitom dijelu države, razgranjena uzana željeznička mreža kolosijeka 0.76 m. Osim njih ima u NR Makedoniji nešto uzanog kolosijeka od 0.60 m, ali se on napušta i pregrađuje.

Ovaj dvojaki kolosijek, dok bude postojao, bit će velika smetnja urednom i ekonomičnom saobraćaju u našoj zemlji, pak moramo nastojati da izgradnjom povoljnih novih pruga — i povezivanjem tih južnih krakova, tu manjkavost nadoknadimo, i da naše željeznice izvedemo u naša prikladna pristaništa na moru.

Saobraćaj na uzanim prugama je sporiji, manjeg je kapaciteta, uvjetuje pretovar s jednog kolosijeka na drugi, i to ga poskupljuje i usporava, ali uzani kolosijek imao je prednost, da je njegovo građenje i u teškom terenu bilo mnogo jeftinije, jer se bolje prilagođivao terenu, i radovi su bili mnogo manji. Idealno rješenje bi bilo, da se normaliziraju sve naše pruge, ali bi to bilo skopčano s ogromnim financijskim žrtvama, a za to treba i mnogo vremena, jer se najednom to ne da provesti.

Osobito kod građenja mnogih pruga u području uzane, valja postupiti nadasve promišljeno, da se ništa ne pokvari za budućnost, kao što bi se bilo dogodilo, da je bivša Austrija sagradila razne pruge po svojim projektima, koje ne bi odgovarale našim današnjim i budućim potrebama. Prelazno vrijeme pravit će nam najveće teškoće i bit će za nas veoma skupo.

Uzane pruge su pretežno sagrađene od tuđinske uprave nakon okupacije Bosne i Hercegovine, u zadnjoj četvrti prošlog i početkom ovog stoljeća, kad se još nije ni slutio nagli razvitak željezničkog saobraćaja i kad je glavna težnja tadanje uprave bila, da se uz što manje investicije omogući eksploatacija i isisavanje tih naših krajeva, bogatih šumskim i rudnim blagom. I pravci saobraćaja bili su tada drugi, a željeznička politika bila je usmjerena drugim pravcem, nego li je naša današnja.

Teški teren najveća je zapreka normaliziranju uskotračnih pruga. U većini slučajeva one se ne će moći pregraditi u normalne, pak ćemo ih

morati postepeno napuštati i graditi sasvim nove normalne pruge. Tako je urađeno i s Omladinskim prugama od Brčkog do Banovića i od Šamca do Sarajeva, a jednako će biti i s produženjem ove druge do mora. Uzana će na mnogim mjestima biti i velika smetnja građenju normalne, jer će u uskim dolinama s njome kolidirati. Jedina korist od uzane bit će ta, što će omogućiti lakši pristup, dovoz i opskrbu kod građenja nove pruge potrebnim mašinama, alatom, materijalom i svim drugim potrepštinama, kako je to bilo kod građenja Omladinske pruge. Na nekim mjestima morat će da ostanu uzane za stanovito vrijeme, usporedno s normalnim, da se ne bi prekinula veza s pobočnim prugama, pak ćemo od tih paralelnih pruga trpjeti štetu, jer obje ne će biti dovoljno iskorišćene.

Nove pruge, koje će se graditi kao normalne valja položiti sasvim neovisno od postojećih uzanih pruga, prema suvremenim principima građenja željeznica i prema našim današnjim i budućim potrebama. One moraju da budu što ispruženije i da imaju što manje nagibe. Moramo s tim računati, da bismo od korištenja nekih kraćih dijelova postojećih uzanih pruga imali vrlo malu korist, a one bi nas mogle zavesti na teške i skupe griješke, koje se ne bi dale kasnije popraviti. Zbog njih mogla bi se upropastiti mnoga dobra trasa novih pruga u pogledu njezina pravca, krivina, uspona, visine dizanja i izgubljenih padova. Dijelovi uzanih pruga moći će se koristiti samo u nizini i u ravnijem terenu. Nove pruge valja graditi s elementima i po trasi za normalnu prugu, pa i onda, ako se grade kao uzane, a gradit ćemo ih pretežno u onim krajevima, koji nemaju željeznice, da taj kraj uključimo u željezničku mrežu i da ga povežemo s postojećim prugama.

U nastavku opisana je studija osobito važne i potrebne nove normalne veze, naše buduće Magistrale, koja će se morati u dogledno vrijeme i prema našim mogućnostima sagraditi. To je željeznica, koja sredinom države spaja našu najbolju i od svih vjetrova najzaštićeniju novu splitsku luku u Solinskom zaljevu, sa Suboticom i Beogradom, t. j. sa sjeveroistočnim dijelom države, a koja prolazi i siječe po sredini našu zemlju i postojeću uzanu mrežu. Ova će pruga postati i vrlo važna tranzitna pruga, kako za nas, tako i za susjedne zemlje do srednjeg Jadrana, netom se prilike s njima normaliziraju. Isto tako, ona će povezati i normalne pruge, koje će se sagraditi na jugu države, a preko njih i Sarajeva, povezat će i Balkan sa srednjim Jadranom.

Splitska sjeverna luka ima tu prednost, što je čitav predjel oko nje blago valovit, osobito prikladan za izgradnju velikog grada, i jer se sa relativno malim obalnim zidovima potrebne visine oko 12—15 m, fundiranim na čvrstoj stijeni i relativno malim nasipanjem, mogu dobiti velike prostrane ravni za stovarišta, s više km operativne obale i pristaništa, a koja bi se prema ukazanoj potrebi postepeno izgrađivala prema zapadu. Ovakve prednosti ne pruža ni jedna druga naša luka, a ne samo naša, nego ni tuđa u čitavom Mediteranu. Ni jedna naša postojeća luka, pa niti

uz najveće investicije nema takvih mogućnosti velikog razvitka, i kad se druge luke zasite prometom i kad nas troškovi povećanog saobraćaja na to prisile, morat ćemo pristupiti izgradnji splitske luke i osposobiti je za takav veliki promet, budući da ona jedina ima za to sve preduvjete. Prilikom sastavljanja plana naše buduće željezničke mreže i za novi Split valja o tome voditi računa.

Iz tog razloga moramo da tu luku izgradimo, da je iskoristimo i da sagradimo povoljne željezničke pruge kao pristup do nje. Te pruge jesu: a) ona iz zaleđa, o kojoj je ovdje govora, b) ispravljena Unska pruga sa sjevera i c) veza uz more luka Ploče—Split, budući da je povoljnija od drugih veza u pozadini. Ova je potrebna i zbog povezivanja jugoistočnih normalnih, kao i bosanskih normalnih sa zapadnom normalnom mrežom.

Staro je pravilo, da se saobraćaj razvija tamo, gdje ima pogodnije mogućnosti pristupa i razvitka, a mi moramo da te mogućnosti stvorimo, to više što to možemo da provedemo postepeno i bez velikih investicija. Ne smijemo nikako dozvoliti, da zbog naših propusta i kratkovidnosti saobraćaj krene drugim putem, mimo nas, jer bi ga onda bilo teško navratiti u naše luke. Teškoće koje nam se danas prave prolazne su.

S obzirom na izneseno i kad se pristupi proučavanju željezničke veze srednjeg Jadrana sa sjev.-istokom i istokom države, moramo u prvom redu da vodimo računa o velikoj budućoj ekonomskoj važnosti takve željeznice, i koju će važnost ona u dogledno vrijeme da dobije. Moramo proučiti i iznaći onu najpovoljniju trasu, utvrditi je, pak po njoj i prema našim mogućnostima postepeno izgrađivati pojedine njezine dijelove i priključke na nju. Ona ima da poveže s jedne strane sjeveroistok države, i to Suboticu i Vojvodinu preko Vinkovaca i Omladinske pruge, a s druge strane Beograd preko Klenka—Bijeljine—Tuzle—Zavidovića (gdje će se spojiti s prvom), pak Zenice—Viteza (Han Kumpanije)—Travnika—tunelom kroz Komar—Bugojno — prijelaz vododijelnice u tunelu — Šujicu — Duvanjsko polje—Buško blato (sa vezom za Livno i Ličku Kaldrmu na Unskoj pruzi kod Trubara) — Aržana — Vinice — Ugljana — Biskog (veza preko Trilja sa Sinjskim poljem)—Dugopolja—tunelom ispod Grla ili kroz Mosor, sa sjevernom splitskom lukom (sl. 72.). Od Splita do Subotice bilo bi svega oko 580 km, a do Beograda samo oko 510 km (sada ličkom 852 km), a izgradi li se dugi tunel od Mračaja do Šujice, bilo bi od Subotice oko 550 km, odnosno od Beograda samo oko 480 km. Nagibi na ovoj pruzi bili bi veoma povoljni, i to u oba pravca vožnje: od Beograda do Bugojna maksimalno do 10‰, a od Bugojna do Splita maksimalno do 15‰. Uz malo produženje dijela Split—Bugojno mogla bi se cijela pruga položiti u nagibu do 10‰. Iz navedenoga slijedi, da bi ova nadasve povoljna pruga povezala područja riječnih dolina Tise, srednjeg Dunava, donje Save, donje Drine, Janje, Jale, Spreče, Turije, Bosne, Lašve i Vrbasa, a usto velika kraska polja Duvanjsko, Livanjsko, Buško i Sinjsko, koja će se meliorirati i privesti kulturi, a ne će i dalje ostati nezdrave baru-

štine, neproduktivne, kao što su bile dosada. Osim toga povezat će sve rudnike uglja u Bosni i ostala poljoprivredna, rudna, drvna i druga bogatstva i izvesti ih najpovoljnijim putom u srednje dalmatinske luke.

Premda kod studija za željezničke trase nije uputno unaprijed određivati točan pravac uz oznaku mjesta, koja ona dodiruje, ipak to ovdje činimo iz razloga, što ovakvu smatramo povoljnijom od drugih već studiranih i postojećih trasa i baš zbog toga, da se neka od njih ne bi pogrešno uzela kao podloga za izgradnju nove pruge, jer sve one imaju jake nagibe i mnogo su nepovoljnije od ove. Ovo je samo jedna studija, kojom su dane općenite smjernice za daljnje proučavanje, a osobito za studije na terenu. Ukoliko takve studije utvrde, da postoje još bolja rješenja, neka se ona usvoje, a osobito takva, koja će omogućiti njezino skraćenje bez povećanja uspona i dizanja i padanja na njoj što bi je kvarilo.

Nastojali smo da prikažemo, kako je u našoj zemlji, iako je ona terenski vrlo teška, brdovita i planinska, protkana dubokim riječnim dolinama, ipak moguće pronaći i položiti povoljne saobraćajne veze, koje nas ne će stalno teretiti velikim eksploatacionim izdacima, već će nam uz relativno male izdatke donositi velike i trajne koristi.

Tehnička strana ove pruge je podrobnije opisana u nastavku na str. 231. do 235.

B) ZAKONI I PROPISI

Ima ih općenitih, koji važe skoro na svim prugama javnog saobraćaja, a ima i onih, koji važe u pojedinim državama, ili kod pojedinih željezničkih uprava. Mnogi propisi izgubili su vrijednost, a novi nisu još doneseni. Navest ću neke:

Općenite odredbe

Bernska kovencija o tehničkoj jednoobraznosti kod željeznica, važi od 1. IV. 1887. Ona je usvojena od većine evropskih država: bivše Austrije, Belgije, Bugarske, Danske, Francuske, Grčke, Italije, Luksemburga, Nizozemske, Norveške, Njemačke, Bugarske, Rumunjske, Rusije, Švedske, Srbije i Švicarske.

Iza I. svjetskog rata pristupile su joj države nasljednice A. U., a među njima i Jugoslavija.

Bernska konvencija utvrđuje propise: za širinu kolosijeka, osovine, točkove, naprave za ukopčavanje kola i za vlak, odbojnike, oznaku vozila i t. d. (Tehnička jednoobraznost kod željeznica).

Internacionalna utanačenja o carinsko-sigurnom prijenosu tovara željeznicom, koja su u kreposti od 1. IV. 1887, god. određuju: otpremu, sigurnost, jamstvo, obračunavanje i t. d.

Tehnička utanačenja za gradnju i pogonske naprave kod glavnih i sporednih željeznica (T. V.), koja je izdalo Udruženje njemačkih željezničkih

uprava, osnovano 1847. g. Propisi su udopunjavani 1. I. 1909. god s dodacima od 12. mjeseca 1910. i 11. mjeseca 1912. god. Od 1. X. 1932. g. je naziv promijenjen na V. M. E. V. (Verein Mitteleuropeischer Eisenbahnverwaltungen). Ona djelomično vežu članove toga udruženja, a dijelom vrijede kao neobvezatne smjernice članovima. Nova utanačenja izišla su 1930. g. i nakon toga su neprestano udopunjavana.

Tome udruženju »T. V.« pripadale su: sve njemačke, austrijske, mađžarske, luksemburške, neke belgijske, rumunjske i željeznica Beč — Varšava. Iza prvog svjetskog rata pristupile su mu i države nasljednice A. U.

Utanačeni propisi važe za sve one pruge dotične uprave, na kojoj saobraćaju vozila ostalih uprava, inače mogu da budu i drugačiji. Na svim takovim vozilima je oznaka T. V.

Propisi u raznim državama

U svakoj državi postoje propisi, koji utanačuju sve, što se tiče pojedine vrste željeznica.

Iza I. svjetskog rata za dugo vremena nismo imali jednoobraznih propisa za sve razne grane željezničke službe, premda su nam bili jako nužni. U Srbiji se većinom radilo po starim srbijanskim, u Vojvodini i Hrvatskoj po M. A. V-u, u Sloveniji i Dalmaciji po bivšim austrijskim, a u Bosni i Hercegovini po njihovim starim propisima. Jugoslavija je sukcesivno izdavala razne jednoobrazne propise za sve direkcije. Nakon Oslobođenja počela je naša Narodna vlast da izdaje jednoobrazne propise.

Glavni propisi su bili: Organizacija željezničke službe, pravilnik za izgradnju i promet na željeznicama, prometni red, saobraćajni pravilnik, onaj za telegrafsku, telefonsku i signalnu službu, propisi za održavanje pruge, za rukovanje materijalom, tarife, propisi za osoblje održavanja pruge, za vlakopratilačko i vučno osoblje i t. d.

Nas ovdje u prvom redu zanimaju zakoni i propisi za građenje željeznica.

U Srbiji nisu postojali takvi općeniti zakoni, osim zakona o eksproprijaciji od 16. I. 1880., s izmjenama od 12. VI. 1884. god. i 31. XII. 1909. god., već bi se razne odredbe ozakonile izglasanjem zakona za gradnju pojedine pruge. Tako imamo onaj za prvu srpsku željeznicu od Beograda do turske i do bugarske granice, ozakonjen 3. IV. 1881. godine (ugovor Bontu — srpska vlada od 22. I. 1881. god.), od 16. VI. 1884. god. zakon za postrojenje i eksploataciju novih željeznica od Lapova do Kragujevca i od Velike Plane do Smedereva. Onda je donesen zakon o građenju i eksploataciji novih željeznica od 6. XII. 1888. god. s izmjenama i dopunama od 5. X. 1889. god., 2. IV. 1902. god., od 12. III. 1909. god. i od 25. V. 1913., a zadnji za cijelu Jugoslaviju od 20. VII. 1922. god., koji

je na sreću propao skupa s Blerovim zajmom. Zakoni i uredbe iza ovoga navedeni su u prikazu povijesti naših željeznica.

U Bosni i Hercegovini su također donošeni zakoni za pojedine pruge, a najvažniji je onaj za veliki željeznički program, izglasan u Bosanskom saboru 18. IX. 1913. god.

Na području bivše Austrije važili su, a tako i u Sloveniji i u Dalmaciji i iza 1918. god.: zakon o koncesijama za građenje željeznica od 14. IX. 1854. god., koji utvrđuje sve propise za izdavanje dozvole za tehničke predradnje, za projekat i za generalni projekat, kao i za sve, što je s time skopčano, t. j. za nesmetani pristup na tuđe zemljište, uklanjanje stabala i predmeta, koji ometaju radove, uzimanje uzoraka kamena i t. d. Zakonom je utvrđeno da se mora platiti odšteta za svaki kvar počinjen na tuđem posjedu.

Prema ovom zakonu, na temelju projekta davana je koncesija za građenje jedne željeznice, a u koliko se radilo o željeznici mjesnog značenja, onda po zakonu od 31. XII. 1894. Ovaj zakon daje razne pogodnosti onima, koji takve željeznice grade. Prije nego li se pristupi izradbi detaljnog projekta, komisija ima da utvrdi »uvjete koncesije«, na temelju kojih će se izraditi generalni projekat. »Uvjeti koncesije« određuju: širinu kolosijeka, maksimalni nagib, *Rmin*, normalije, težinu gornjeg stroja (šinja), broj osovina voza, dužinu i odstojanja stanica i vodostanica prema broju pari vozova i t. d.

Prije nego se zatraži građevna koncesija, valja održati reviziju trase i komisiju za stanice. Posebna naredba od 25. I. 1879. god. sadrži odredbe za reviziju trase glavnih željeznica, a ona od 29. V. 1880. god. za mjesne željeznice.

Za Hrvatsku, Slavoniju i Vojvodinu, koje su bile u sklopu madžarske pole, važili su madžarski zakoni i propisi.

Najvažniji je bio zakon o koncesioniranju željeznica od 1. I. 1855. god., na temelju kojega su se davale koncesije za pojedine pruge posebnim zakonom za svaku pojedinu prugu.

Postojala je naredba od 20. IV. 1868. god. o dozvolama za gradnju privatnih željeznica. Dalje naredba od 5. IV. 1869. god. broj 3831 o polaganju konjskih željeznica na javnim cestama. Naredba od 11. III. 1881. god. broj 40003 o projektiranju i građenju parnih željeznica. Najvažniji je zakon o gradnji željeznica mjesnog značenja od 1880. god. (zakonski čl. XXXI.) s dopunama i izmjenama od 1888. god. (zakonski čl. IV.).

Možemo tvrditi, da će uskoro izaći jednoobrazni i pojednostavljeni propisi i zakoni za čitavu našu državu, jer su nam oni veoma nužni. Oni moraju biti u duhu novog društvenog uređenja. Željeznice se grade da se zadovolje potrebe zajednice.

C) NAJVAŽNIJI POJMOVI ŽELJEZNIČKE TEHNIKE

a) Donji stroj, gornji stroj, sigurnosni uređaji i visoke građevine.

b) Normalni profil ili omeđašenje slobodnog prostora, koji mora biti održan u svakom slučaju radi slobodnog i nesmetanog prolaza vozila. Normalni profil (sl. 58.) je različit za glavne pruge i za mjesne normalne, ako na ove ne prelaze vozila s glavne, za uzane (sl. 59. i str. 214., 215., 216. i 217.), raznih sistema, a tako i tovarni profil (vidi sl. 60. i 61.).

Za otvorenu prugu i glavne prolazne stanične kolosijeke i za ulazne i izlazne stanične kolosijeke koji služe putničkom saobraćaju.

Za ostale kolosijeke u stanicama

Sl. 58. Normalni profil (gabarit) za pruge normalnog kolosijeka

Oznake: e = proširenje kolosijeka u krivinama.

——— Novi profil po zakonu o željeznicama javnog saobraćaja.

— — — Raniji profil kod postojećih pruga.

Prostori sa strane:

A B Za otvorenu prugu i postaje izuzev vještačkih građevina.

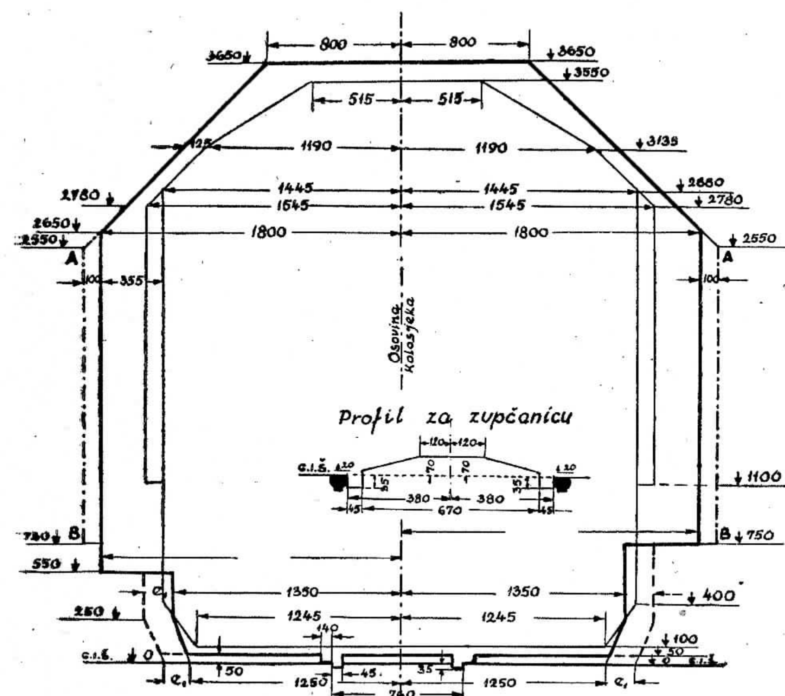
C D U stanicama i za vještačke građevine na otvorenoj pruzi.

c) Udaljenost osovina raznih kolosijeka među sobom.

d) Udaljenost kolosijeka od zgrada izuzevši željezničke (razmak radi sigurnosti od požara).

e) Podjela, broj osovina i brzina vozova. Sve mora biti jednoobrazno kod raznih željezničkih pruga i uprava, zato je sve to utvrđeno u raznim propisima (T. V.).

Za otvorenu prugu i glavne prelazne kolosijeke | Za ostale kolosijeke u stanicama



Sl. 59. Normalni profil (gabarit) za pruge uzanog kolosijeka 0,76 m

Oznake:

——— Slobodan profil u pravoj.
– – – – Proširenje slobodnog profila u donjem dijelu.
——— Granična linija izbočenja vozila u krivini najmanjeg polumjera R.
— · — · — A B — prostor sa strane za vještačke građevine i druge predmete.

ad a) Donji stroj: tu spadaju sve naprave, koje nose i koje su potrebne za polaganje gornjeg stroja kao: usjeci, nasipi, vještački radovi, tuneli, uspostava prekinutih komunikacija i vodotoka (mostovi, propusti, nad i podvožnjaci), potpore izvedenih radova (zidovi, osiguranje pokosa, uljeva i izljeva) i t. d.

Gornji stroj: posteljica, pragovi, šinje sa priborom, okretaljke, skretnice, prenosnice.

Sigurnosni uređaji: U nje se ubraja sve, što je potrebno za sigurnost i nesmetano odvijanje saobraćaja, kao: zvučni i optički signali, telefon, telegraf, semafori, blokovi i t. d.

Visoke građevine: tu se ubrajaju sve zgrade potrebne za odvijanje željezničke službe, kao stanične zgrade, magazini, ložionice, radionice, zgrade za sigurnosne uređaje, prenoćišta za vlakopratno osoblje, nastambe službeničkog personala i njihovih obitelji i t. d.

ad b) Normalni profil po normalijama, koji je u krivinama proširen (vidi sl. 58., 59.). Tovarni profil (sl. 60., 61.), koji je manji od normalnoga, i to gore za 150 mm, a sa strane za po 400 mm. Natovarena kola ne smiju prelaziti granice tovarnog profila.

D) ŽELJEZNIČKE PREDRADNJE

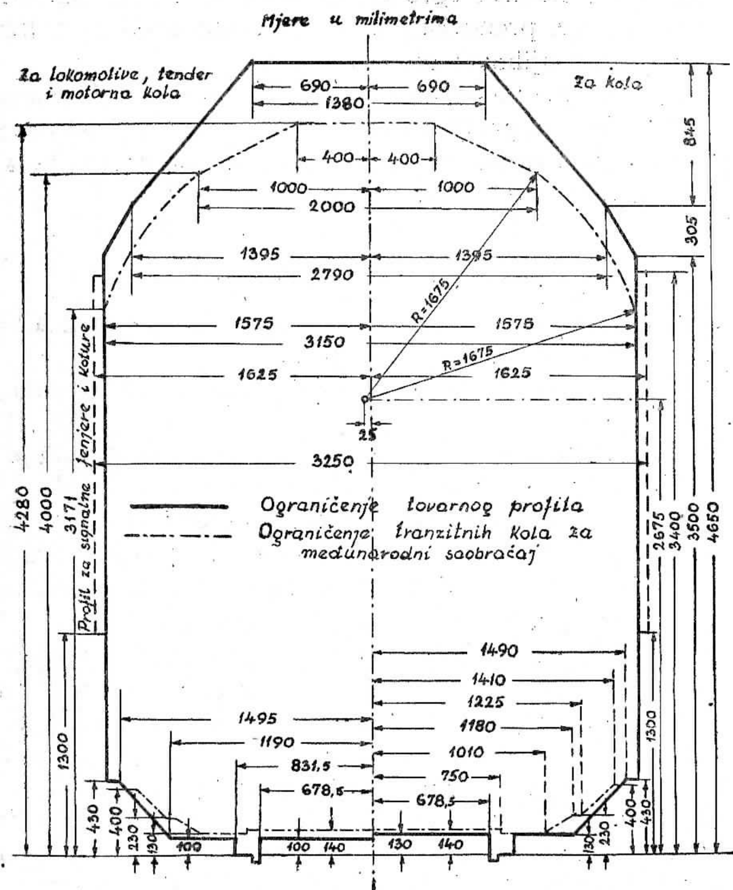
Općenito. Željeznice mogu da budu državne ili privatne, a vlasnici željeznica mogu da budu juridička ili fizička lica.

Cilj građenju željeznica može da bude različit: komercijalni, strateški i turistički.

U našoj Domovini i ostalim državama u kojima se izgrađuje ili je već izgrađen socijalizam, željeznice su vlasništvo naroda.

U kapitalističkim državama, u prošlosti, pa i kad je država gradila željeznice, više se pazilo na njihovu opću, političku i stratešku važnost. Često se događalo, da se s obzirom na te razloge trasa tehnički i komercijalno pokvarila, kako je to prikazano u poglavlju: »Povijest izgradnje željeznica kod nas«. Prije su se često gradile željeznice privatnim kapitalom, i pazilo se u prvom redu na njihovu komercijalnu vrijednost, da se one rentiraju onima koji su davali kapital. Kad je država imala interesa na izgradnji jedne željeznice, ona je često pripomagala izgradnju privatnih željeznica, bilo novčano ili raznim pogodnostima. Privredne željeznice su sa narodnogospodarskog gledišta najvažnije, ali svaka je država iz političkih i ekonomskih razloga dužna da sve svoje dijelove međusobno poveže dobrim saobraćajnim putovima, a osobito periferne krajeve sa državnim centrima. Oni moraju da i politički i ekonomski k njima gravitiraju, a nikako ne smiju da gravitiraju izvan njezinih granica. Prije odluke da li će se jedna željeznica graditi treba pomno i savjesno ispitati sve razne momente i vjerno ih prikazati, a odluči li se da se ona gradi, valja ispitati i njezinu tehničku stranu. Tako je bivša Jugoslavija odmah iza I. svjet. rata, od 1922. do 1925. g. sagradila normalnu prugu od Ormoža preko Ljutomera do Murske Subote, jer bi inače ovaj kraj i dalje gravitirao Madžarskoj, sa kojom je bio povezan željeznicom, dok sa Jugoslavijom nije imao veze. God. 1925. dovršena je Lička pruga, koju su Madžari počeli graditi pred I. svjetski rat. Njome se je povezivao srednji Jadran na državnu željezničku mrežu. God. 1931. otvorena je pruga Bitolj—Prilep, a god. 1936. Veles—Prilep i tako je Bitolj povezan na državnu željeničku mrežu, a

dotada je bio vezan na grčku željezničku mrežu. Da bi se naši srednje-primorski krajevi još bolje povezali sa sjeverom i sjeveroistokom kao i sa sjeverozapadnom Bosnom, bila je projektirana i počela se je graditi 1936. god. Unska pruga, ali nije dovršena zbog II. svjetskog rata. God.



Sl. 60. Tovarni profil za normalnu prugu

1946. počelo se na njoj ponovno raditi, i ona je dovršena koncem 1948. god. Njome je naše srednje primorje dobilo mnogo povoljniju vezu sa sjeverom i sjeveroistokom, a savska nizina i srednji Dunav povoljan izlaz na srednji Jadran.

Sa stanovite strane se nastojalo da se ne sagradi Unska pruga ili barem da se ona što više pokvari priključkom u Zrmanji, klimatski najnepovoljnijoj stanici u državi, htjelo se je da saobraćaj na njoj, osobito onaj preko zime bude nepouzdan.

U tom cilju izrađen je u bivšoj Dir. za građenje željeznica skroz nestručan generalni projekat, kojim se je dokazivalo, da je pruga izravno

TABELA br. 12

Proširenje slobodnog profila u krivinama sa R < 250 m kod normalnih pruga.

Polumjer R	250	225	200	180	150	120	100
Proširenje u krivinama e_1 sa unutrašnje strane	0	20	50	80	130	330	530
e_a sa spoljne strane	0	30	60	90	160	350	550

Kod međuvrednosti interpolirati po pravoj liniji

a = { 135 m/m za nepokretne predmete, koji su sa šinjom čvrsto vezani } važi i u
    { 150 „ za nepokretne predmete, koji nisu sa šinjom čvrsto vezani } krivinama

b = { 41 „ za šinje vodilice kod skretnica i ukrštavanja
    { 45 „ za ostale šinje vodilice sa odobrenjem nadležne vlasti
    { 70 „ za sve ostale nepokretne sa šinjom čvrsto vezane predmete

Razmak b proširuje se u krivinama tako da vijenci točkova mogu nesmetano prolaziti. Dubina od 38 m/m pored unutrašnje ivice šinje mora biti sačuvana i pri najvećem habanju šinja.

Za otvorenu prugu i glavne prolazne kolosijeke.

Za ostale kolosijeke u stanicama.

Mjere u milimetrima

Maksimalan profil vozila u pravcu

Granična linija izbočenja vozila u krivini sa R=70 m (u zagradi za R=100 m)

Ograničenje za signalne fenjere i koturove i za dimnjak lokomotive

Sl. 61. Tovarni profil za uzanu prugu 0,76 m

TABELA br. 13

Proširenje slobodnog profila na spoljnoj i unutrašnjoj strani krivine kod uzanih pruga 0·76 m.

Polumjer	R (m)	40	50	60	70	80	90
Od 0—500 (730)	e_1 mm	410	330	275	240	215	190
Od 550 (730) — 3550	e_2 mm	235	155	100	65	45	15

100	110	125	150	175	200	250	300	350	450	550	900	00
175	160	145	125	105	95	80	70	60	50	40	30	0
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Kod međuvrijednosti za R uzimaju se vrijednosti e_1 i e_2 za prethodni manji polumjer ili se može, ako se pokaže potreba za to, interpolirati po pravoj liniji.

TABELA br. 14.

Kod postojećih pruga može se primijeniti ova tablica za proširenje slobodnog profila.

(Ako primjena tablice 20 ni e m guća).

Polumjer	R (m)	40	50	60	70	80	90	100	110
Od 0—500 (730)	e_1 mm	380	305	260	225	200	180	165	150
Od 550 (730) — 3550	e_2 mm	180	105	50	15	0	—	—	—

120	125	150	175	20	250	300	350	450	550	700	≥900	00
140	135	115	100	90	80	70	60	50	40	30	25	0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

na Knin za 170 milijuna Din skuplja od one na Zrmanju i da ima šest velikih vijadukata, jedan ogromnih dimenzija, dug 253 m, visok 92 m i sa glavnim otvorom od 170 m raspona. Na osnovu takva izvještaja je ministar saobraćaja pop Korošec riješio da se gradi pruga na Zrmanju, a odbacio je onu na Knin. Visoki iznos troškova imao je da uplaši min. financija, a vijadukti generalštab. Međutim pisac ove knjige, poznavajući prilike na terenu, ustvrdio je netočnost koliko jedne, toliko i druge tvrdnje, a to je svojim gener. projektom i dokazao. Izbacio je nepotrebne vijadukte, osim jednog, koji je sveden na 30 m raspona i 60 m dužine, i višetrošak pruge na Knin je sveo od 170 milijuna na samo 25 do 30 milijuna din. Nastojalo se dalje dokazati, da skraćenje izravne pruge na Knin od 15 km i to u njezinom najtežem dijelu izloženom orkanskoj buri i snijежnim zapusima u nagibu od 22‰ iznosi samo 2.35 km, pak da će ušteda od toga iznositi samo oko 670.000 din god., zbog koje se ne bi isplatilo graditi nešto skuplju prugu izravno na Knin. Međutim ta bi ušteda iznosila barem oko 14,5 milijuna din god. i isplatila bi kamate i amortizaciju za višetrošak od preko 200 milijuna din, a ne samo razliku od oko 25 do 30 milijuna din, za koliko je skuplja pruga izravno na Knin.

U djelu »Građenje željeznica« II. dio od uvaženog prof. Ing. Kirila Savića — Beograd 1939. g., više od dvije godine nakon što se je već gradila Unska pruga, na str. 340 navedena je pruga Bihać—Knin kao primjer jedne pruge koju nije trebalo graditi. Nakon što je ustanovljeno da je njome put iz pravca Sunje do Knina, Splita i Šibenika skraćen za 174 km i da će se njome prevoziti u tranzitu 500.000 t robe i 200.000 putnika godišnje u oba pravca, a 0.215 i 0.170 din su faktični p r o s j e č n i rashodi ovisni od veličine saobraćaja za svaku prevezenu t/km, odnosno osobu/km za čitavu tadanju jugos. željezničku mrežu, izračunan je dobitak koji će od toga imati godišnje n a r o d n a p r i v r e d a po obrascu:

$$Dn = 174\ (500.000\,t \times 0.215 + 200.000 \times 0.17) = 246.210 \text{ din}$$

Kod ovog računa se je uvaženom prof. Saviću potkrala nehotična računska pogreška za dvije nule i ta ušteda iznosi 100 puta više, t. j. 24,621.000 din godišnje.

Ali je faktična dobit ili ispravnije u š t e d a ž e l j e z n. u p r a v e na izdacima uslijed tog skraćenja puta vožnje, mnogo veća i od tog iznosa. Poslužit ćemo se istim već spomenutim djelom prof. Savića u kome on na str. 314 kaže, da se prema p r o s j e č n i m koeficijentima za čitavu mrežu, neće dobiti točni rezultati, što je i razumljivo, jer su troškovi transporta ovisni o gradijenti i o težini svake pruge. To skraćenje od 174 km puta je u nagibima do 22‰ i u najtežem njezinom dijelu, izloženom velikim vremenskim nepogodama, pak je jasno da su na tom dijelu i troškovi transporta višestruki od prosječnih na čitavoj bivšoj jugosl. mreži, od koje

je bilo 90% u nagibu do 10‰, a samo 10% iznad 10‰. Zato prosječne koeficijente moramo množiti sa 3.38, pak bi za samu gornju relaciju od pravca Sunje i postavke prof. Savića, ušteda želj. uprave iznosila 83,246.000 din. godišnje.

Nego gornjim uštedama treba priračunati i druge i to: one sa relacije iz Banja Luke i sa Šipada za skraćenje puta od 270 km, iz Zagreba i sjevera (nakon izgradnje Koranske pruge) za oko 50 km, sa pruge Bos. Novi—Bihać, sa Ličke Plješivice, koji će se šumski kompleksi odsad moći eksploatirati, što se dosad zbog skupog transporta nije isplaćivalo.

Još jedna važna okolnost nije uzeta u obzir, a to su lučke tarife, koje su za naše luke Rijeku, Split i Šibenik izjednačene. Plaćaju se niži tarifski stavovi za Rijeku, a roba se vozi po dužem, teškom putu do Splita i Šibenika, uslijed čega se nadoplaćuju teški milijuni din, a ti izdaci će narasti povećanjem prometa nakon izgradnje pruge iz Srbije preko Kraljeva—Tuzle i Banja Luke koja gravitira Unskoj. Nije uzeta u račun ni znatna ušteda na manjem kvaru i povoljnijem iskorištavanju voznih sredstava, lokomotiva i vagona i smanjenju broja osoblja na kraćem putu i od boljeg obrta kola nakon izgradnje Unske pruge, prema onom Ličkom prugom i dr.

Iz toga jasno proizlazi, da su č i s t e u š t e d e n a e f e k t i v n i m i z d a c i m a, nekoliko puta veće od dobivenih oko 83 milijuna Din na samoj relaciji od Sunje Unskom. Unska će sebe isplatiti kroz samih nekoliko godina i biti će jedna od najaktivnijih naših pruga. Ona će nas izvesti u naše srednje dalmatinske luke i donijeti našoj zemlji veliku korist, a ne ćemo biti prisiljeni da i dalje koristimo tuđe luke Trst, Solun i Galac, kao u staroj Jugoslaoviji, gdje su nam se za naš novac pravile sve moguće teškoće.

Ali korist od Unske pruge bit će potpuna, tek nakon izgradnje Koranske pruge, koja će skratiti i poboljšati vezu sa sjevera preko Zagreba i Karlovca, nakon ispravke sadašnje Unske od km 60 do km 88 spuštanjem vododijelne kote od 674 m na 500 m, izbacivanjem jakih nagiba od 21‰ i 23‰ i smanjenjem na 10‰ nagiba između mimoilaznice Una i Drenovca, kao i pregradnjom postojeće, skroz naopako položene pruge od Knina do Splita, uklanjanjem mnogih izgubljenih padova i smanjenjem nagiba u oba pravca vožnje od 25‰ na samo 10‰, kao i na čitavom potezu iz Savske nizine pa sve do srednjeg Jadrana. Ovi će se ispravci provesti kad zato nastupi potreba, t. j. kad nas troškovi eksploatacije na to prisile.

Oporba i borba protiv Unske pruge bila je potpuno nerazumljiva i neopravdana, ali unatoč toga je Unska sagrađena od naših narodnih vlasti i donosit će nam onu korist koju s pravom od nje očekujemo.

Nakon I. svjetskog rata naslijedili smo sa obje strane rijeke Tise dvije skoro paralelne pruge, koje su išle čak do Segedina, jedna za Beograd, a druga za Pančevo, bez poprečnih veza. Kad bi zamrznuo Dunav, mjesto da se od Beograda do Pančeva stigne sa oko 20 km, moralo se preko

Segedina prevaliti preko 300 km željeznicom. Jugoslavija je od 1920. do 1925. sagradila most preko Tise i uspostavila vezu između Titela i Orlovata. Na jugu države sagrađena je god. 1923. do 1926. god. pruga Veles—Štip—Kočane, a god. 1921. počela se graditi veza srbijanskih sa bosanskim uzanim željeznicama od Užica do Vardišta, i ta je pruga dovršena 1925. god.

Da bi se povezala i Crna Gora, god. 1927. počela se graditi uzana pruga Trebinje—Bileća, a dovršena je 1931. g. Od 1935. do 1938. g. sagrađena je veza do Nikšića. 1948. g. je naša N. O. sagradila nastavak do Titograda i proučavano je produženje do Skadra i do mora, ali je uslijed vjerolomstva Albanije rad prekinut. U projektu su bile i druge željezničke pruge, najvažnija je bila Jadranska, koja bi povezala oblasti uz Dunav sa lukama u južnom Jadranu. Proučavano je nekoliko trasa. Sve prolaze teškim planinskim terenom. Vršile su se opsežne studije, da bi se našla najpovoljnija, ali je te studije prekinuo II. svjetski rat. Sagrađene pruge Trebinje — Bileća — Nikšić i Ustiprača — Foča, dijelovi su pruge Ustiprača — Dubrovnik i Bileća — Titograd, koja bi za 150 km skratila put za Crnu Goru i južnu Dalmaciju prema postojećoj preko Sarajeva i Gabele, ali je prijelaz vododijelnice kod Gackoga viši od onoga kroz Ivan planinu.

Potrebno je da se prouči i sagradi pruga u zaleđu usporedna sa morem, koja će povezati naše južne krajeve (Crnu Goru, Makedoniju) sa našim južnim i srednjim dalmatinskim lukama, a i sve luke od južnih do sjevernih među sobom.

E. GRAĐENJE ŽELJEZNICA

Opravdanost građenja jedne željeznice

Da se uzmogne prosuditi mogućnost i opravdanost građenja jedne željezničke pruge, treba u prvom redu ustanoviti njezin ekonomski, lokalni i tranzitni značaj, t. j. u koliko bi ona unaprijedila blagostanje krajeva kroz koje prolazi, zatim ustanoviti svotu, koja će se utrošiti za njezino postrojenje, uključivši sva sredstva, potrebna za vršenje saobraćaja. Dalje valja utvrditi množinu saobraćaja i prihode, koji se od nje očekuju, kao i sve rashode za saobraćaj, održavanje i eksploataciju pruge.

Troškovi se sastoje od: svih izdataka za predradove i nadzor kod građenja, za eventualni otkup zemljišta i svih odšteta tokom gradnje i nakon izgradnje za oduzimanje, presijecanje, otežan pristup i obrađivanje zemljišta potrebnog za izgradnju donjeg stroja, svih zemljanih i vještačkih radova, zidarija, mostova, propusta, tunela, raznih osiguranja pokosa, uljeva i izljeva, visokogradevina, gornjeg stroja, potpune opreme željeznice i voznih sredstava, sigurnosnih naprava: telefona, telegrafa, zvučnih signala, semafora, blokova, uredskih namještaja i t. d.

U željezničke prihode ubrajamo sve ono, što ulazi u željezničku kasu za njezin račun. Tu spadaju prihodi od osobnog i teretnog saobraćaja, razne najamnine za zgrade, stovarišta i sve ostalo.

Prema prihodima od saobraćaja, sa kojima se računa, i izdacima za eksploataciju, za pogon i za održavanje pruge, računajući stanoviti prirast saobraćaja svake godine (u Bosni i Hercegovini prirast od saobraćaja u prvim godinama iznosio je 10%, a kasnije 5%), možemo ustanoviti, da li će i kada dotična pruga postati aktivna, t. j. kada će i za koliko njezini prihodi premašiti sve tekuće izdatke u vezi sa njezinom eksploatacijom.

Prometni troškovi u velike zavise od nagiba i krivinskih odnosa pruge, oni su veći kod željeznica sa jakim usponima i oštrim krivinama (ako je *R* manji otpori su veći i brzina voza je manja). Dalje su izdaci zavisni od brzine, kojom se kreću vozovi, o vrsti saobraćaja, o rijeđim ili čestim stajanjima, da li je veći osobni ili teretni saobraćaj, zavisni su i od množine saobraćaja i da li je on samo dnevni (na odvojcima manje važnosti) ili dnevno-noćni, koji iziskuje dvostruko više osoblja.

Država kao zajednica zainteresirana je građenjem željeznica, jer one omogućuju i unapređuju razvitak poljoprivrede i industrije, a time i blagostanje stanovništva. Što su saobraćajni putovi i sredstva savršenija, to je i prijevoz ljudi i robe jednostavniji, brži i jeftiniji, pak se time unapređuje blagostanje pučanstva. U našoj narodnoj državi sama je država preuzela brigu za građenje željeznica. Nove željeznice gradit će se vodeći u prvom redu računa o općoj koristi za zajednicu.

U našoj FNRJ nije još potpuno izgrađena željeznička mreža, niti u njezinu sjevernom dijelu, a ono što je u našoj zemlji sagrađeno, građeno je uglavnom, dok je naš narod bio pod tuđom vlasti, sa ciljem da se eksploatiraju naši krajevi, a nije se vodilo računa o našim potrebama.

Kod izgradnje naše željezničke mreže moramo da računamo time, a tako i sa osobito povoljnim položajem naše zemlje na evropskom kontinentu, kao i s time, da baš na našoj obali Jadransko more najdublje zadire u evropsko kopno. Mi moramo da taj povoljni geografski položaj iskoristimo za sebe, da kroz svoju zemlju propustimo važne međunarodne arterije i da ih koristimo mi, kao i strani tranzit. To možemo da postignemo, ako dobro proučenim, pogodnim prugama iz pozadine na naš Jadran stvorimo takve saobraćajne mogućnosti, da se strani tranzit mora s njima da koristi. Te pruge moraju biti što kraće i povoljnije za eksploataciju, sa blagim nagibima, a smišljenim trasama možemo to lakoćom da postignemo. Ne smijemo da zaboravimo, da se saobraćaj razvija samo po pogodnim putovima, a da ti putovi vode preko naše zemlje.

Kod ovog rada ne smiju da nas straše veći izdaci za uređenje saobraćaja u našoj zemlji, jer je saobraćaj preduvjet za njezin razvitak i njezino blagostanje. Naša je zemlja gorovita, pak ćemo morati graditi duge tunele.

Da koncem prošlog stoljeća nije bilo u Rusiji velikih duhova, koji su shvatili ekonomsku važnost Sibirske željeznice, Sibir bi bio i dalje ostao ledena pustinja.

Od ovoga primjera moramo da povučemo pouku, pak da i mi izgradimo kroz svoju zemlju povoljne pruge, koje mogu da budu mnogo povoljnije od drugih sagrađenih željeznica, koje su povezale Evropu preko Alpa sa lukama u Sredozemnom moru.

Otpori kod željeznica

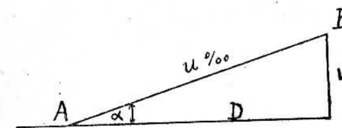
Niveletu trase, nastojat ćemo položiti tako, da lokomotiva na što dužim potezima stanovite pruge od mjesta *A* do mjesta *B* bude jednako opterećena, i da Σ otpora *U* ‰ = (ϱ + c + *u*) ‰ t. j. mjerodavni uspon (otpor) *Um*‰ na odsječcima maksimalnog uspona bude jednak. U ovoj formuli je ϱ = željeznički otpor, *c* = otpor krivine, a *u* = otpor uspona. To su redovito odsječci na rampama, kada pruga iz nizine počima da se penje i spušta do susjedne nizine sa isto takvim ili manjim padom. Međutim, niveleta trase ovisna je o konfiguraciji terena, o njegovu reljefu, koji je u prirodi raznolik, negdje je ravan a negdje je neravan, ima dolina i između njih bregova, preko kojih moramo da te doline povežemo, pak moramo nastojati da ti prijelazi budu čim niži, dotično da penjanje puta bude čim manje. Redovito ćemo koristiti najniža sedla za prijelaze vododijelnica.

Ove rampe u usponu ili padu, mogu da budu kraće ili duže, sa jačim ili blažim usponima, o kojima će ovisiti da li će moćnost pruge biti manja ili veća, odnosno manje ili jače iskorištenje odabrane lokomotive, t. j. da li će voz koji ona vuče biti laganiji ili teži. Pri jačem usponu bit će rampa kraća, dok će pri blažem biti duža, a budući su takve rampe redovito na nagnutim padinama i teške za građenje, kraća rampa sa jakim usponima bit će jeftinija od duže rampe sa blažim usponima.

Iako su kraće rampe sa jačim usponima redovito jeftinije za građenje i iziskuju manje jednokratne izdatke, one će uslijed jačeg uspona, manjeg opterećenja i iskorištenja vozova uvjetovati veće stalne izdatke za pogon željeznice. Svaka prevezena tona tereta biva skuplja, što osobito kod glavnih pruga sa jakim prometom valja uzeti u račun. Zato će, osobito kod glavnih pruga, redovito biti korisnije graditi duže rampe sa blažim usponima, nego li kraće sa jačim usponima, a osobito ako one ne uvjetuju duga razvijanja i produženja pruge. Nastojat ćemo uspon razvući na veću dužinu, da on bude blaži. Pri polaganju trase, osobito na odsječcima u jačem usponu, moramo paziti da lokomotiva bude jednako opterećena, što uvjetuje da i njezina brzina bude jednaka. Ovakvi odsječci neka su čim duži, po mogućnosti na čitavoj rampi od nizine do vododijelnice, osim u stanicama, koje su redovito u horizontali, ili u blagom usponu do 2.5‰. Ako teren ne dozvoljava jednoličan uspon na čitavoj dužini rampe, nastojat ćemo da to provedemo barem između dviju susjednih stanica.

Rekli smo da mjerodavni uspon *Um* ‰ na stanovitom odsječku pruge od *A—B* treba da bude jednak, t. j. da Σ otpora koje ima da savlada lokomotiva (ϱ + c + *u*) ‰ bude jednaka i takvu prugu ćemo položiti.

Kod studija za trasu između dviju točaka *A* i *B* sa razlikom visine *V*. i udaljenosti *D*, dobit ćemo stanoviti uspon *u* ‰ (sl. 62.).



$\frac{V}{D}$ = tgα = *u* ‰, t. j. *u m* na *1000 m* dužine pruge

Sl. 62. Uspon u ‰ = tg α

O ovom usponu ovisi moćnost pruge. Dobijemo li na izravnom spoju mjesta *A* i *B* previše velik uspon, morat ćemo razvijanjem produžiti dužinu *D*, da taj uspon smanjimo.

Ali u redovitim prilikama, morat će lokomotiva da savlada osim otpora *u* ‰ koji nastaje od uspona i druge otpore, a ti su otpor kretanja (brzine) ϱ i otpore krivina *c* (potanje u drugoj knjizi).

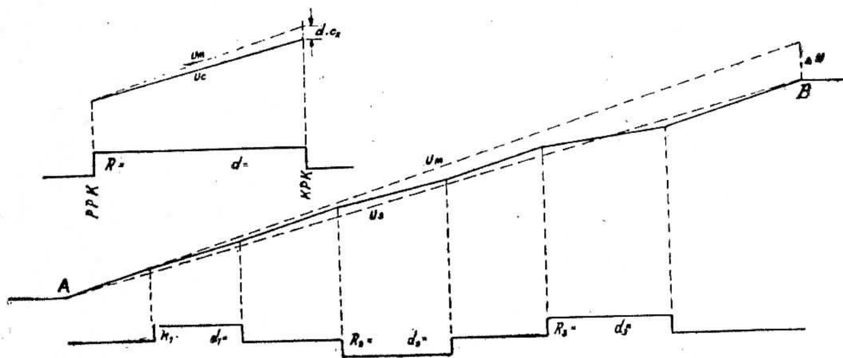
Važno je da se napomene, da se s obzirom na moćnost jedne pruge, mora pridati osobita važnost odabiranju njezinih maksimalnih nagiba. Valja nastojati da niti na teškim odsjecima izričito brdskih pruga kod nas, nigdje ne prekoračimo nagib od 15‰, što je i moguće, jer takav uspon na brdskim prugama možemo još smatrati vrlo povoljnim.

Iako se predpostavlja elektrifikacija naših u prvom redu brdskih željeznica, niti sa potroškom električne energije ne smijemo se razbacivati, jer nam je nitko ne poklanja, a ukoliko je budemo imali raspoložive, moći ćemo je na drugom mjestu korisno upotrebiti. Jači usponi uvjetuju teže lokomotive, koje će na blažim usponima biti samo djelomično iskorišćene, i u tom će se slučaju vući njezin veći mrtvi teret i trošiti više energije. Pa i kad naša zemlja bude potpuno elektrificirana, eventualni suvišak moći ćemo lako prodavati preko naših granica, gdje nemaju niti jeftine električne energije a niti uglja.

Zato smatramo velikom pogreškom primjenu jakih uspona, koji uvjetuju teške i skupe mašine, bilo parne, motorne ili električne. Pri manjim usponima, laganija lokomotiva može da uz manji potrošak pogonske sile (goriva) povuče više korisnog tereta, pak će time i eksploatacija željeznica biti jednostavnija i jeftinija, a traser mora da to ima na umu. Jači usponi su ekonomični samo na dugim saobraćajnim odsječcima, na kojima bi se isplatila promjena načina vučenja. Na kratkim nikako.

Sve te otpore ϱ, *c* i *u* označavamo u ‰ a njihov zbir sa *U* ‰, ili u kg od 1ᵗ tereta voza. Kod studija za razne trase za stanovitu prugu, redovito

ćemo računati srednji geometarski uspon koji dobivamo ako razliku visina V razdijelimo sa dužinom puta između dvaju mjesta A i B i taj srednji uspon označavamo sa U_s‰. Taj srednji uspon U_s‰ je nešto manji od m j e r o d a v n o g uspona U_m ‰ koji će imati da savlada lokomotiva, i mjerodavan je za opterećenje voza. Zato ćemo kod polaganja trase nastojati, da nam taj srednji uspon U_s ‰ bude uvijek za oko 2‰ manji od mjerodavnog uspona koji želimo da postignemo. Budući da se trasa redovito sastoji iz pravaca i krivina, a u krivinama je otpor veći, mi ćemo morati u njima uspon smanjiti, da otpor u krivini izjednačimo sa onim u pravcu. Tu izgubljenu visinu moramo nadoknaditi na odsječcima pruge u pravcu. Ovaj nešto veći uspon u pravcu, bit će m j e r o d a v n i u s p o n pruge Um‰ i od



Sl. 63. Smanjenje uspona U za otpor krivine c od PPK do KPK
Sl. 64. Pruga jednakih otpora između mjesta A i B

njega ćemo — da dobijemo prugu j e d n a k i h o t p o r a —, na odsječcima pruge u krivini, za dužinu dotične krivine uključivo prelaznica, smanjiti uspon, t. j. od njega odbiti toliko ‰, koliko iznosi otpor krivine (sl. 63.) za dotični polumjer krivine R, tako da će biti:

$$U_m = U_s + \frac{d_1 + 2d_2 + 3d_3 + 4d_4 + 5d_5 + 6d_6 + 2t + 3t}{D}$$

za svaki odsječak u krivini, gdje je U_s srednji maksimalni uspon od A do B, a $d_1, d_2, d_3 \ldots$ je Σ dužina svih krivina jednakog polumjera $R_1, R_2, R_3 \ldots$, kojima odgovara ublaženje uspona od 1‰, 2‰, 3‰ . . . . na odsječku U_{max} dugom D km, a t su dužine tunela sa ublaženjem 2, 3, 4 . . . ‰ prema njihovoj dužini i eventualnoj klizavosti šinja u tunelu.

Već je kazano da je otpor uspona u ‰ jednak tangenti kuta α, koji zatvara niveleta sa horizontalom. (Sl. 62.).

Za otpor ϱ‰, koga nazivamo željeznički otpor, ili otpor brzine (kretanja), a ovisan je o brzini voza, imamo razne formule:

a) Kramerovu $\varrho‰ = 2.9 + \frac{v^2}{60}$ gdje je v izraženo u m/sec, i to za teretne vozove sa 25 km/h, $v = 7$ m/sec, osobne sa 47 km/h, $v = 13$ m/sec, brze sa 67 km/sec, $v = 18$ m/sec, a brze sa 100 km/h, $v = 28$ m/sec.

b) Pruskih drž. željezn.: $\varrho‰ = 2.4 + \frac{v}{1300}$, v u km/h.

c) Göringovu $\varrho‰ = 2.5 + 0.0006\, v^2$, v u km/h vrijedi za cijele vozove, u kg od 1t težine voza $(L + K)$ ili u ‰ težine i za razno sastavljene teretne vozove ili osobne sa laganijim kolima, a

$\varrho‰ = 2.5 + 0.0004\, v^2$ za vozove natovarene sirovinama i za D vozove.

d) Frankovu $\varrho‰ = 2.5 + b\left(\frac{v}{10}\right)^2$ gdje je v u km/h, a $b = 0.067$ za lokomotive.

Ove formule pod b, c i d odgovaraju bolje od one Kramerove pod a, jer se za $v = 0$ dobiva $\varrho = 2.4$‰ do 2.5‰ do kojeg uspona može da bude položen kolosijek u stanicama, bez opasnosti da nezakočeni voz sam od sebe krene, što bi se kod one pod a) sa 2.9‰ moglo dogoditi.

Osim ovih ima za ϱ još nekoliko formula.

Za otpor krivine c ‰ imamo također razne formule i to za normalne željeznice:

Launhardtovu: $C‰ = \frac{K}{R}$ gdje je $K = 1000$, ali su se njome dobivale previše velike vrijednosti, i za $R = 300$—1000 m bolje odgovara formula:

$$C‰ = \frac{700}{R}.$$

U SSSR se upotrebljava Braunschweigova formula:

$$C‰ = \frac{750}{R}.$$

Mnogo je upotrebljavana formula:

$$C‰ = \frac{1000}{\alpha \cdot R}$$

gdje je za normalne željeznice $\alpha = 1$ 5.

Još bolja je Röckelova formula:

$$C‰ = \frac{650}{R - 55}$$

koja je kod naših željeznica propisana »Dodatkom redu vožnje« br. 62a od 1. X. 1933. god., a upotrebljavana je i kod bavarskih, talijanskih i austrijskih željeznica. Po ovoj formuli je kod R:

150— 170	c = 6‰
171— 200	c = 5‰
201— 250	c = 4‰
251— 300	c = 3‰
301— 600	c = 2‰
601—1300	c = 1‰
1301— ∞	c = 0‰

Kod mjesnih i uzanih željeznica upotrebljavaju se formule:

Za širinu kolosijeka 1,435 m $c = \frac{500}{R-30}$

„ „ 1,000 m $c = \frac{400}{R-20}$

„ „ 0,760 m $c = \frac{350}{R-10}$

„ „ 0,600 m $c = \frac{200}{R-5}$

Ovaj otpor krivine C‰ tim je veći, čim je polumjer krivine R manji, ali gubitak na usponu pruge bit će tim veći, čim je krivina duža. Iz ovog razloga nastojat ćemo da krivine budu što kraće, ali i da njihovi polumjeri budu što veći, t. j. da pruga bude što više ispružena, jer će na takvoj pruzi Σ otpora biti manja. Čim manja je Σ (zbir) otpora, tim manji će biti utrošak sile potrebne za teglenje voza, a i troškovi za njezino savladavanje. Silu potrebnu za savladavanje otpora kod željeznice (motornih kola) zovemo vučna snaga, a označavamo je sa Vkg. Ona je upravno razmjerna sa težinom voza i sa Σ otpora, a ovisna je o konstrukciji lokomotive, t. j. o težini i o broju njezinih povezanih osovina. Da lokomotiva pokrene voz, njezina vučna snaga mora biti:

V^{kg} = ili > od $T^t \cdot (\rho + c + u)$, gdje je:

Vkg vučna snaga lokomotive u kg

Lp^{kg} težina povezanih osovina lokomotive L^{kg}, t. j. onih osovina koje tegle voz,

$f = \frac{1}{6} = 0.167$ koeficijent otpora trenja između točka i šinje. On je kod suhih i čistih šinja nešto veći, a kod vlažnih i masnih šinja manji (veća klizavost),

T^t ukupna težina voza kojeg lokomotiva vuče u tonama,

ρ‰ otpor brzine (željeznički otpor).

c‰ otpor krivine, i

u‰ otpor uspona.

Čim su otpori veći, tim veća mora da bude vučna snaga Vkg, a prema tome i troškovi pogona: goriva, maziva, vode, dvorbe i t. d. Ovisnost

moćnosti, odnosno koliko tereta može da izvuče stanovita lokomotiva, prema Σ otpora na mjerodavnom usponu i pri raznim brzinama, prikazana je u nastavku za neke naše lokomotive prema tablici 5. »Dodatka redu vožnje« br. 62a J. D. Ž., koji određuje: Mjerodavni nagib (pad ili uspon) na izvjesnom dijelu pruge je najveći nagib koji postoji na dužini od 1000 m ili većoj na tom dijelu pruge.

Sve su pruge razvrstane u sekcije opterećenja prema mjerodavnom otporu te pruge za određivanje opterećenja vozova (vidi tabl. 4.). Mjerodavan otpor pruge predstavlja ukupan otpor mjerodavnog nagiba i krivina, t. j. nagiba u‰ i otpora krivine $c = \frac{650}{R-55}$.

Prema gore spomenutom »Dodatku« u tabl. 6. iznijet ćemo nekoliko primjera za naše lokomotive:

a) Jugoslavenska lokomotiva 2—c—1 za brze i putničke vozove, koja saobraća na prugama Beograd — Brod i Beograd — Niš, ser. 05—3618 (389) težine prazna 91^t u službi 100^t, adhezione težine 53^t, s najvećim osovinskim pritiskom od $17{,}80^t$ s težinom tendera u službi od 60^t sa 25^t vode i 10^t goriva, ukupne težine lokomotive i tendera $159{,}58^t$ najveće brzine *v = 100 km/h*, jakosti *1700 HP* i vučne snage V^{kg} = *10.300* kg koja vuče t kod osnovne brzine:

	km/h	20	35	50	65	80	100 t
i mjerodavnog							
uspona	*u* ‰						
	0— 2	1700	1630	1380	990	710	550^t
	5— 6	1050	1050	870	660	530	450^t
	9—10	840	840	760	600	490	410^t
	14—16	420	420	420	400	370	320^t
	18—20	320	320	320	320	310	290^t
	24—26	225	225	225	225	225	225^t
	28—30	175	175	175	175	175	175^t

b) Jugoslavenska lokomotiva 1-D-1 za brze i putničke vozove, koja saobraća na prugama Ljubljana — Zagreb i Ljubljana — Jesenice, ser. 06—4618 (486) težine prazna 92.74^t u službi 101.4^t adhezione težine 71.88^t s najvećim osovinskim pritiskom od 18^t s težinom tendera u službi od 60^t najveće brzine *80 km/h*, ukupne težine lokomotive s tenderom od $161{,}20^t$ najveće brzine *80 km/h*, jakosti *1700 HP* i vučne snage V^{kg} = *14200* kg koja vuče t kod osnovne

brzine i mjerodavnog uspona	km/h u ‰	20	35	50	65	80 t
	0— 2	2840	2140	1520	1050	730t
	5— 6	1740	1430	1060	785	600t
	9—10	970	960	750	600	495 t
	14—16	600	600	560	490	420t
	18—20	465	465	465	420	365t
	24—26	340	340	340	320	300t
	28—30	280	280	280	280	260t

c) **Jugoslavenska lokomotiva 2-D-0 za brze i putničke vozove koja saobraća od Zagreba do Splita na usponima do 25‰, Ser. 06 (Mav 424) težine prazna 77,34^t u službi 85,10^t adhezione težine 58,49^t s najvećim osovinskim pritiskom od 14.6^t najvećom brzinom do 80 *km/h*, jakosti oko 1200 *HP* i vučne snage V^{kg} = *10.000* kg, koja vuče *t* kod osnovne**

brzine i mjerodavnog uspona	km h u ‰	20	35	50	65	80
	2‰	2320	1910	1255	850	580t
	6‰	1170	1130	820	610	470t
	10‰	780	770	650	490	420t
	16‰	490	490	480	405	360t
	20‰	380	380	380	350	320t
	26‰	270	270	270	270	260t
	30‰	220	220	220	220	210t

Iz ovih kao i drugih tablica u »Dodatku redu vožnje« br. 62a, jasno se vidi ovisnost i mogućnost iskorišćivanja vučne sile lokomotive u odnosu sa usponima na pruzi i brzini kojom ona vozi. Opterećenje voza u usponu od 2‰ do 30‰ pri brzini od 20 km/h smanjuje se na cca 1/7 do 1/8, a kod povećanja brzine od 20 do 80 km/h i kod jednakog uspona (Σ otpora) smanjuje se na cca 1/3 do 1/2.

Ovo nas upućuje na to, da trasu položimo u što moguće manjem usponu, pri kome će ista lokomotiva, uz isti utrošak žive sile (goriva), izvući mnogo veći korisni ili netto-teret. Taj korisni teret se mijenja, on je veći, čim su otpori manji i on je za nas od važnosti, budući mrtvi teret lokomotive i vagona jednog voza ostaje uglavnom jednak. Iz ovoga također slijedi, da valja izbjegavati kratke odsječke u maksimalnom usponu, da moramo nastojati da usponi na jednom saobraćajnom odsječku iste lokomotive budu što više jednaki, jer je samo na njima lokomotiva pravilno i potpuno iskorišćena.

VII. PROJEKAT JEDNE ŽELJEZNICE

Pred izgradnju pruge valja utvrditi:

a) koliki se saobraćaj očekuje,

b) da li će saobraćaj rasti i kako,

c) koliki će biti prihodi od ad a) i ad b),

d) koliki će biti saobraćajni troškovi, i

e) koliko se prema gornjem može utrošiti i kada će se amortizirati.

Valja imati na umu, da se izgradnjom jedne željeznice unapređuje privreda kraja kroz koji ona prolazi i da se uključenjem jednog novog područja u željezničku mrežu, povećava njezin rentabilitet. Ona omogućuje eksploataciju šuma i rudnika, razvitak industrije, poljoprivrede i ostalih grana privrede, unapređuje blagostanje naroda i time pridiže njegovu poreznu snagu.

Nakon što su se točno ispitale sve prilike, odlučit će se, koje će se vrste željeznica graditi, i to: glavna, sporedna ili mjesna, odrediti će se širina kolosijeka s osobitim obzirom na okolnu željezničku mrežu i na buduću svrhu pruge.

Odlučit ćemo se konačno za onu prugu, koja će, dobro stručnjački proučena i izvedena, udovoljiti svim potrebama saobraćaja, t. j. koja će s obzirom na njezine povoljne uslove za saobraćaj i održavanje iziskivati najmanje izdatke za njezino građenje i za eksploataciju.

Za ovakovu prugu izradit ćemo projekat u pojedinostima za sve radove, koji će se morati izvesti na terenu. Kako se prave studije, potrebne snimke terena, kako se pravi projekat, i kako se njegovi podaci prenose na teren, da bi se svaka predviđena građevina izvela, točno prema odnosnom položaju i visini, iznijet ćemo u nastavku.

a. TEHNIČKE PREDRADNJE

One se dijele na općenite i iscrpne (detaljne).

a) Općenite su podloga za općenito izračunavanje izdataka i prihoda, za prosuđivanje potrebe i opravdanja izgradnje jedne željeznice za unapređenje gospodarskih interesa: poljoprivrede, industrije i trgovine, te političkih i strateških zahtjeva.

b) Iscrpne obuhvaćaju izradbu osnove u svim pojedinostima, one su podloga za izgradnju pruge.

b. UTVRĐENJE GLAVNIH TOČAKA

Prije povlačenja jedne trase valja utvrditi:

a) važnija mjesta, kuda će željeznica proći, i

b) ona mjesta, koja će ona izbjegavati.

ad a) Valja utvrditi mjesto odvajanja od postojeće pruge, važnija mjesta, gradove i ravnija i sigurnija mjesta dolina i padina, visinu visoke vode, zgodnije i sigurnije prijelaze preko rijeka, prevlake između dolina i jezera i sl.

ad b) Izbjegavat ćemo zemljišta od jače gospodarske važnosti i po mogućnosti presijecanje većih kompleksa, osobito presijecanje naselja, da im se ne koči razvitak, kao što je slučaj u gradu Zagrebu, predjele gdje bi građenje ili održavanje tražilo velike troškove ili ugrozilo prugu, kao tresetišta, močvare, klizišta, osuline, poroje, snijежne usove (lavine), križanja s postojećim prugama, tvrđavne pojase, vojna gađališta, groblja i sl.

Inženjersko znanje ima da posluži inženjeru u prvom redu da izbjegava, a ne samo da savladava teškoće.

c. OPĆENITE PREDRADNJE

U takove spadaju u prvom redu studije na kartama i na terenu.

Kad je u općim potezima gornje utvrđeno, onda se za stanoviti spoj određenih mjesta ucrta nekoliko mogućih trasa u sekcijskim kartama 1 : 100.000 (ev. 1 : 75.000) ili bolje u 1 : 50.000 ili 1 : 25.000, ukoliko se mogu dobiti. Ovakove karte su temelj studija svih trasa. Na njima nam slojnice u preglednom malom mjerilu vjerno prikazuju teren, koji je podloga za povlačenje trasa. Za ove ucrtane trase izradit ćemo generalne uzdužne prereze u mjerilu 1 : 100.000 za duljine i 1 : 2000 za visine, bez ikakovih detalja, unesu se samo važnije kote, nagibi i lomovi nivelete, odstojanja stanica i vodostanica, veliki mostovi, vijadukti, tuneli i njihove kote (sl. 67.). Za prve studije mjerilo može da bude još manje.

Tada valja izići na teren i pomno obići sve ucrtane linije, da bi se na licu mjesta razvidjele i utvrdile sve osobine i priroda predjela. Sva ta opažanja valja po odsječcima i kilometraži točno ubilježiti za svaku ucrtanu prugu, i to u posebnoj bilježnici, na uzdužnom profilu ili na samoj karti.

Pomoću aneroida odredit ćemo visine raznih točaka u blizini pruge, a kojih kota nema na karti, usputno ćemo sravniti i druge kote s onima na karti, jer mogu da budu pogrešne. Ove se nove kote unesu u kartu.

Ako nemamo nikakovih karata za taj predjel, onda valja na brzu ruku napraviti jednu preglednu tahimetričku snimku terena predjela, kuda pruga prolazi, pak ćemo tu snimku nanijeti u mjerilu 1 : 10.000 ili 1 : 5000, izvući ćemo slojnice na svakih 10—5 m i ovu snimku upotrebit ćemo mjesto karata. U ovakove pomoćne slojne planove ucrtat ćemo prugu za studije. Na temelju ovakove studije ne smije se nikako obilježavati pruga, a pogotovo graditi, kao što se na žalost čini, da je to ranije bilo uobičajeno, pak je dolazilo do velikih razmimoilaženja između studija na karti i prenesene pruge na teren. Naše jugoslavenske sekcijske karte razmjere 1 : 100.000 su vrlo dobre, a pogotovo one u razmjeri 1 : 50.000, koje su još mnogo preglednije i na njima mogu da se prave dobre studije za gornju svrhu.

Na osnovu ovakovih predradova odlučit će se u glavnim crtama, da li i kakove će se vrste željeznica graditi, t. j. da li glavna, sporedna ili mjesna, širina i broj kolosijeka, širina ravnika, odnosi nagiba i krivinski *(Rmin)*, jer će od toga zavisiti izgradnja same pruge i konstrukcija vozila, t. j. mašina i vagona, njihova moćnost, vrsta pogona, potrebna vučna snaga i iskorišćenje vozila, osovinski pritisak i brzina, a od toga zavisit će jakost gornjeg stroja i mostova, odstojanje opskrbnih stanica za vodu i ugljen i t. d., što je sve usko među sobom povezano.

Kao primjer kako se ove studije prave, prikazana je na sl. 65. i 66 situacija teškog planinskog terena između Bugojna i vododijelnice kod Stožera s ucrtanim dvjema trasama. Iz uzdužnih profila na sl. 67., 68., 69. i 70. vidi se razlika u radovima uz bolje ili manje prilagođivanje terenu i primjenu manjih ili većih polumjera. Na sl. 65. dvostruka tanka plava crta s uzdužnim profilom na sl. 67. prikazuje studiju uzane pruge s *Rmin* = 150 m (125 m), koja se premda u teškom planinskom terenu skoro sasvim njemu prilagođuje, ima mali broj kratkih tunela i vijadukata, te je mnogo jeftinija od ostalih. Debela plava crta i uzdužni profil na sl. 69. prikazuju studiju glavne normalne pruge I. reda s *Rmin* = 300 m, sa velikim radovima, osobito tunelima i viaduktima. Ona je jako skupa.

Na sl. 66. dvostruka tanka crvena crta i uzdužni profil na sl. 68. prikazuje studiju pruge s *Rmin* = 200 m, kod koje su radovi veći od prve, a manji od druge (sl. 65.). Debela crvena crta i uzdužni profil sl. 70. prikazuje glavnu prugu I. reda s *Rmin* = 300 m Mokronoge—Mračaj—Bugojno, koja je za saobraćaj najpovoljnija, najkraća je, ali je poskupljuje dugi tunel.

Obzirom na izneseno od osobite je važnosti, da se prije odluke dobro prouči, koju će važnost imati zamišljena željeznica sada i u buduće, i da li će se ona graditi kao uzana, kao normalna glavna II. reda, ili kao tranzitna glavna I. reda. U osobito teškom terenu, preporuča se, iako se gradi normalna glavna pruga, da se ona u odsječcima vrlo teškog terena gradi kao glavna II. reda s manjim *Rmin*, a da se na tom odsječku manjih radiusa uvede laganija vožnja. Jedna takova pruga je ona preko Semmeringa, doduše građena pred skoro 100 g. Na njoj je *Rmin* = 190 m, a ipak se ubraja u glavne pruge svjetske važnosti. Takovi odsječci nisu nikad previše dugi i gubitak vremena zbog laganije vožnje ne će biti velik, a ušteda novčanih sredstava za građenje pruge s manjim *Rmin* može da bude znatna. Ako takovi odsječci jakog uspona nisu previše dugi, bit će uputno primijeniti na njima manje uspone, t. j. maksimalne sa ostale pruge, pa makar se zbog njih morala nešto razviti i produžiti pruga. To će biti racionalnije, negoli da se na kraćim odsječcima umetnu jaki usponi preko maksimalnog, koji bi uvjetovali jaču, ili drugu pomoćnu lokomotivu. Kad se ne bi tako radilo, morala bi se odrediti lokomotiva i računati opterećenje voza prema odsječku najjačeg uspona, a ta jača i skuplja loko-

motiva ne bi bila potpuno iskorišćena na ostalim dijelovima pruge, t. j. na onima s manjim usponom, već samo na tom odsječku najjačeg uspona. U tom bi slučaju ona vukla svoj veći mrtvi teret na čitavom putu i u manjim usponima, što bi povećalo troškove eksploatacije. Neku malu korist imali bismo od toga, što bi jača lokomotiva na odsječcima manjeg uspona mogla da brže vozi i nešto bi se smanjilo vrijeme vožnje.

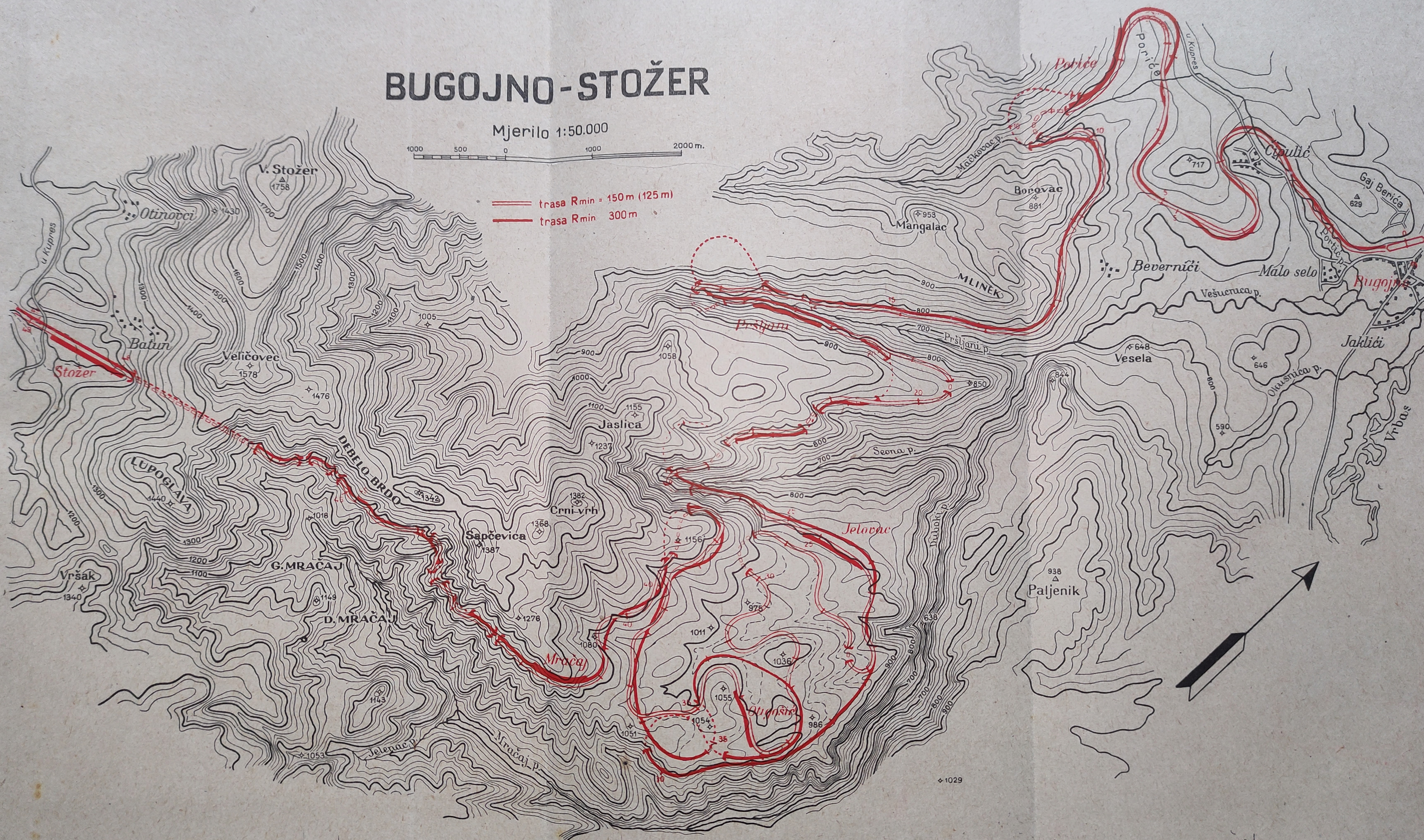
Treba uvijek nastojati, da se jači usponi skoncentriraju u jednom saobraćajnom odsječku, po mogućnosti od barem 100—150 km, u kome će se onda moći upotrebiti jača ili pomoćna lokomotiva. Bude li samo jedan takav odsječak i kratak, a inače su dugi odsječci s manjim usponima, onda će biti uputnije upotrebiti lokomotivu, koja odgovara opterećenju na tim manjim usponima, a u odsječku jačeg uspona pridodati pomoćnu lokomotivu — predpregu ili rivalicu, koja će uz prvu izvući voz na jakom usponu, ali će to komplicirati vuču.

Zadatak inženjera je, da kod polaganja trase vodi o svemu tome računa i da položi takovu trasu, kojoj će građenje biti što jeftinije, a tako i eksploatacija na njoj, jednostanija i jeftinija. Ovo je osobito važno kod nas, gdje se imaju tek graditi mnoge glavne željezničke pruge sredinom države i u južnom njezinu dijelu, a koje će biti zamjerne dužine i u teškom terenu. Uza svu gorovitost i visoke planine u našoj zemlji, mi možemo da smišljenim polaganjem trasa, kod svih naših i najtežih budućih pruga bez dugih i skupih razvijanja, nigdje ne prekoračimo nagib od 15‰, a samo izuzetno kotu od 700 m, pak treba da takve pruge gradimo. Željeznice se grade za stoljeća, i, ako ih sagradimo dobro, imat će od njih narodna privreda velike uštede, jer će eksploatacija biti jeftina. Budemo li bojažljivi i sagradimo li ih naopako, one će nas stalno teretiti suvišnim gubitkom vremena i velikim troškovima eksploatacije kao pruga Oštarije—Rijeka, Knin—Split ili južno-dalmatinska pruga. Zato će biti uputnije graditi povoljne pruge, pa makar građevni troškovi bili i nešto skuplji. Što se trošokova građenja tiče, uzdužni profili na slikama 67., 68. i 69. prikazuju razliku u veličini radova pruga s manjim i većim *Rmin* za jednake uspone u vrlo teškom odsječku od Bugojna do Stožera, koji može da posluži kao primjer razvijanja pruge u teškom planinskom terenu.

Dio ovakve pruge je prikazan na sl. 65. i 66. Studije su napravljene na topografskoj karti za uzlaz od stanice Bugojno na koti 572.5 m do Stožera (kod Kupresa) na koti 1170.00 m, na kojoj ova pruga prelazi vododijelnicu između rijeke Vrbasa i Jadranskog mora. O ovoj pruzi, koju su Dalmacija i Bosna čitavo jedno stoljeće uzaludno tražile, govoreno je podrobnije u poglavljima o povijesti izgradnje naših željeznica na str. 126, 134 i 144 i u nastavcima. Ona povezuje prirodno zaleđe Dalmacije, Bosnu i doline Vrbasa i Bosne, sa srednjom Dalmacijom i sa splitskom sjevernom lukom.

Premda je za ovu vezu postojalo već više projekata, zakona i zakonskih utanačenja, »junktima«, dosada ni jedan od njih nije izveden. Po-

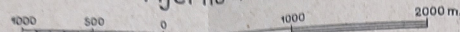




Sl. 65. Situacija Bugojno—Stožer sa trasom uzane pruge 0,76 m i R_{min} = 150 m (125 m) i normalne pruge sa R_{min} = 300 m

BUGOJNO-STOŽER

Mjerilo 1:50.000



trasa R_{min} = 200m

trasa R_{min} = 300m sa tunelom duž 19.375 m

Sl. 66. Situacija Bugojno—Stožer sa trasom normalne pruge sa R_{min} = 200 m i variante Duvno—Bugojno sa R_{min} = 300 m

Fed. Nar. republika: Bosna i Hercegovina
Kotar: Bugojno
M.N.O.: Bugojno

BUGOJNO – STOŽER

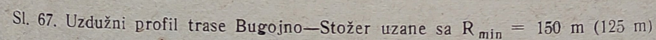
Uzdužni profil R_{min} = 150 m (125 m)

Mjerilo: dužine 1:100.000, visine 1:2.000

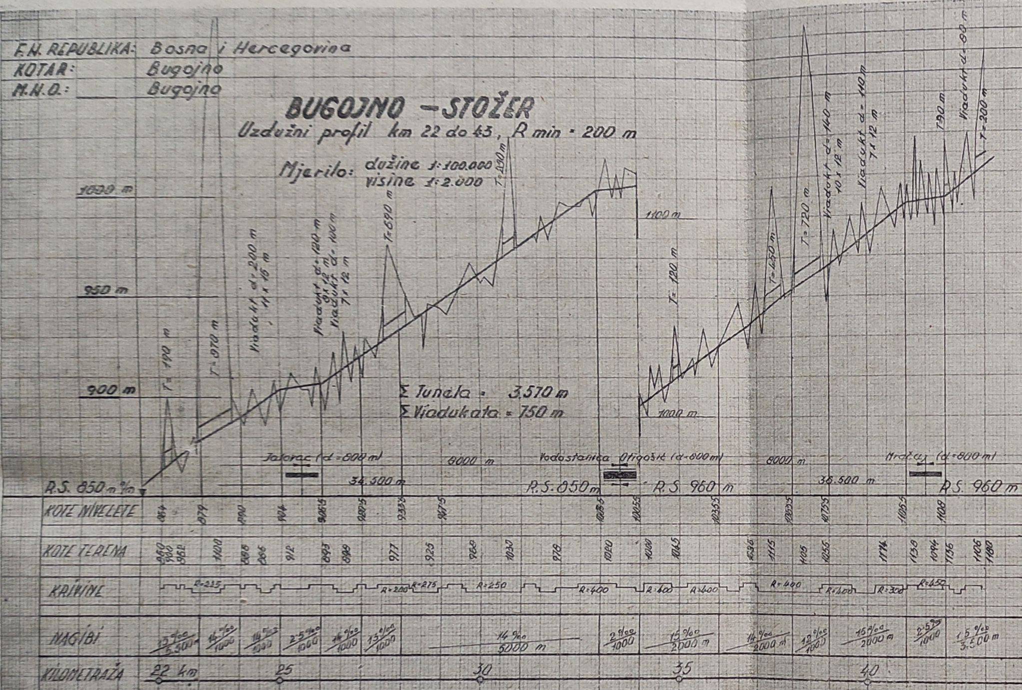
Od Km 22·0 do Km 43·0
Σ tunela = 2620 m
Σ viadukata = 690 m

Vodostanica Bugojno (1000 m) · Stajalište Pariće (d=700 m) · Pršljani (d=700 m) · Jalovac (d=800 m) · Vodostanica Otigošić (d=700 m) · Mračaj (d=700 m) · Stožer (d=700 m)

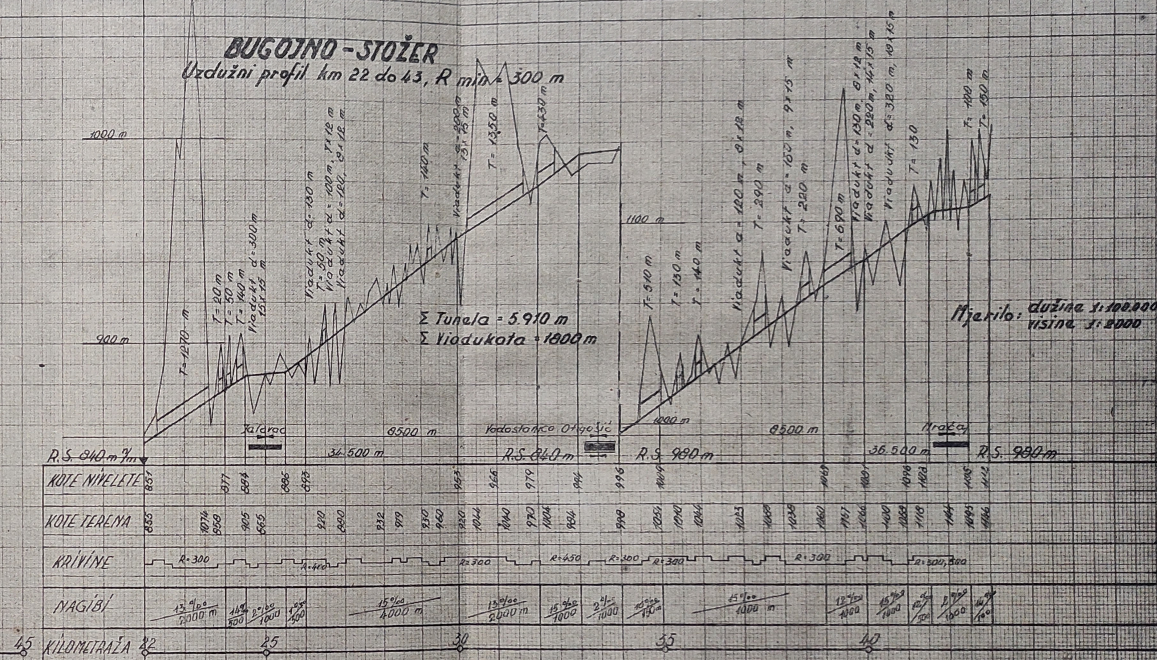
KOTE NIVELETE · KOTE TERENA · KRIVINE · NAGIBI · KILOMETRAŽA



Sl. 67. Uzdužni profil trase Bugojno—Stožer uzane sa R_{min} = 150 m (125 m)



Sl. 68. Uzdužni profil trase Bugojno—Stožer od km 22 do km 43 normalne sa R_{min} = 200 m



Sl. 69. Uzdužni profil trase Bugojno—Stožer od km 22 do km 43 normalne sa R_{min} = 300 m

F.N. REPUBLIKA: Bosna i Hercegovina
KOTAR: Duvno
M.N.O.: Duvno

SPLIT-BUGOJNO
Uzdužni profil

Mjerilo: dužina 1:100.000
visina 1:2000

F.N. REPUBLIKA: Bosna i Hercegovina
KOTAR: Bugojno
M.N.O.: Bugojno

1000 m
900
800

Tunel dug 19.410 m

Varijanta Mokranoge ~ Bugojno
Od km 115 do 170·55 km, kraća 26 km

Veliki tunel · 19.410 m
Σ malih tunela · 7.700 m } 27.110 m tunela

Ulaz u tunel d · 19.430 m

Izlaz iz tunela Mračaj d · 19.600 m

Šujica

Turjača

Vukorska

Duboki potok

Pršljani p.

Bonića p.

Bugojno

Mokronoge (750 m)
Vodostanica Šujica (d · 800 m)
Turjača (d · 750 m)
Mračaj (d · 800 m)
Duboki potok (d · 750 m)
Pršljani (d · 750 m)
Vodostanica Bugojno (d · 800 m)

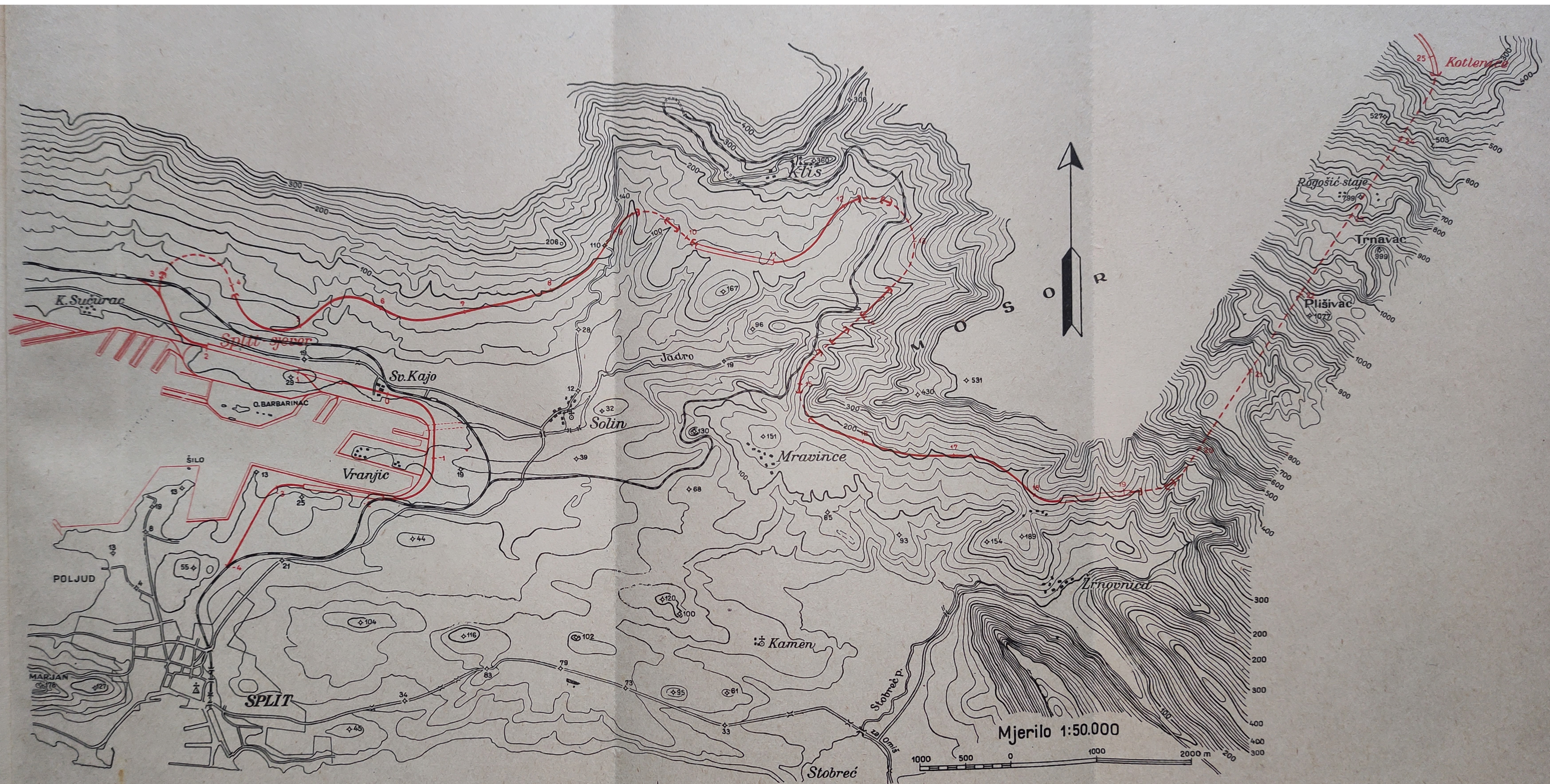
10.500 m
9.500 m
11.000 m
7.500 m
7.000 m
9000 m
39.000 m
43.500 m

R.S. 700 m
R.S. 700 m R.S. 540 m
R.S. 540 m

KOTE NIVELETE
KOTE TERENA
KRIVINE
NAGIBI
KILOMETRAŽA

115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170

Sl. 70. Uzdužni profil variante Duvno—Bugojno sa R_{min} = 300 m i sa dugim vod[torn] VODODIJELNIM TUNELOM. om



Sl. 71. Situacija trase Split—Dugopolje

mišljalo se i na zupčanicu s usponom od 45‰, ili na uzanu adhezionu prugu s nagibima od 26‰, kojih bi moćnost bila vrlo mala, a eksploatacija vrlo skupa. Ovakve pruge s jakim nagibima, ne bi nikako odgovarale našim današnjim potrebama. Naša narodna vlast treba da ovo pitanje dalekovidno riješi.

Na ovdje prikazanom preglednom uzduž. profilu od Splita do Bugojna (sl. 72.) primijenjeni su nagibi u oba pravca vožnje do maksimalno 15‰ i prema tim nagibima odabrat će se podesni tip lokomotive. Kod toga se je nastojalo, da moćnost pruge zadovolji naše današnje potrebe, kao i one buduće, a da i građenje i eksploatacija na novoj pruzi, budu u granicama ekonomičnosti, da odgovaraju glavnoj magistrali sredinom države (sl. 65., 66., 67., 68., 69., 70., 71. i 72.).

S obzirom na vrlo težak teren između Bugojna i Stožera, i zbog mogućnosti sravnjenja pojedinih trasa, napravljene su studije za tri trase, i to:

a) Za uzanu prugu kolosijeka 0.76 m s *Rmin* = 150 m, koji bi se kod oštrijih zaokretaja smanjio do *Rmin* = 125 m, čime bi se pruga još jače prilagodila terenu i pojeftinila (sl. 67.);

b) Za normalnu glavnu prugu II. reda sa *Rmin* = 200 m, koja bi imala veće radove, i bila bi skuplja od one ad a), ali ipak izbjegava mnoge velike radove (sl. 68.);

c) Za glavnu normalnu prugu I. reda sa *Rmin* = 300 m, (sl. 69.) koja ima duže tunele i vijadukte i koja bi bila mnogo skuplja od prvih .

Predpostavlja se, da će se na ovoj eminentno brdskoj pruzi uvesti električna vuča. Uz tu predpostavku bilo bi za preporuku, da se barem u početku izvede pruga ad b) sa *Rmin* = 200 m, sa 15‰ maks. nagiba u oba pravca. Ovaj nagib ne treba prekoračivati od Splita pak sve do vododijelnice kod Stožera na koti 1170 m, i to prilagođujući se terenu bez ikakva razvijanja. Jedino na potezu od Stožera do Bugojna, između kojih je zračno odstojanje samo 15 km, a valja savladati razliku visine od skoro 600 m, potrebno je razvijanje pruge. S obzirom na to, da na čitavom potezu od nove stanice Split—Sjever, pak do vododijelnice kod Stožera na dužini od oko 150 km, nije nigdje primijenjen uspon veći od 15‰, ne bi bilo nikako uputno da se na ovom odsječku, zbog skraćenja pruge i uštede na troškovima građenja, primijene jači nagibi, pak je i od Stožera do Bugojna zadržan isti nagib od maksimalno 15‰. To zahtijeva stanovito razvijanje pruge, a da taj pad ne bude prekoračen. Od Stožera do Bugojna, uz pad od 15‰, ublaženje nagiba u tunelima i oštrijim krivinama i za 6 stanica (mimoilaznica), potrebna je dužina od cca 48 km, t. j. 3 puta veća od zračne udaljenosti. Kod primjene pada od 20‰, trebalo bi oko 37 km pruge, a s padom od 25‰ oko 30 km pruge. Ali kod primjene većih uspona od 15‰, morala bi se na tom relativno kratkom odsječku prema potrebi smanjiti težina voza, što bi jako kompliciralo saobraćaj na njoj. Da se to ne uradi, morala bi se povećati vučna snaga upotrebom mnogo jače lokomotive, ili

dodavanjem druge pomoćne lokomotive, što bi također izazvalo veće troškove trakcije, kompliciralo bi i otežalo saobraćaj.

Razvijanje uz primjenu manjeg uspona iziskuje doduše produženje pruge i znatno povećava troškove građenja, ali ovaj veći trošak nadoknadit će primjena samo jednog tipa i samo jedne, mjesto dvije lokomotive za sve vozove na čitavom odsječku od Splita do Bugojna i obratno, i time će se pojednostavniti i pojeftiniti eksploatacija. Iz ovog razloga nije za preporuku skraćenje pruge primjenom jačeg uspona i drugog jačeg tipa lokomotive, jer bi takvo rješenje kompliciralo i poskupilo saobraćaj.

Studija trase je provedena tako, da je maksimalni uspon do 15‰ primijenjen za savladavanje kraških stepena, i to: prvi je od stanice Split u km 0.0 na koti 10 m do Dugopolja u km 30 na koti 326 (sl. 71.). Otud do premoštenja rijeke Cetine u km 40 diže se pruga za samo 4 m do kote 330 m, pa otud sa 11‰ i 10‰ do km 85 u stanici Raševljka u Buškom blatu do kote 720.0 m i savladava drugi kraski stepen.

Odovud ima opet da savlada treću stepenicu do Duvanjskog polja uz 10—15‰ uspona do kote 880 m u stanici Stipanići u km 102. Dalje pruga prolazi Duvno i blago se penje do Mokronoga u km 116 na kotu 915 m, pak uz uspon od 15‰ lijevim obroncima, zatim padinama rijeke Šujice, savladava i četvrti kraski stepen i stiže do Malovana Donjeg, pak do stanice Kupres na istoimenoj visoravni, na koti 1146 m. U km 146/7 je stanica Stožer na koti 1170 m pred ulazom u vododijelni tunel na istoj koti dug oko 1600 m, iza kojeg se spušta kako je prije opisano, do Bugojna u km 195/6 na koti 572.5 m.

Na spuštanju do Bugojna, kod svih studija, za razvijanje pruge iskorišćen je, kako je opisano, ravniji teren od km 154 do km 173 tako, da će poskupljenje zbog veće dužine biti relativno dosta maleno. Teški odsječci do tog ravnijeg i povoljnijeg terena jednako su dugi za kraće kao i za duže pruge.

Postoji mogućnost prijelaza vododijelnice na nižoj koti, i to mjesto na koti 1170 m, na koti oko 925 m, kada bi se iz Šujice na koti 920 m probio tunel do potoka Mračaja dužine oko 19.400 m (sl. 66. i 70.). Njime bi se skratila pruga za oko 27 km u svom klimatski i za građenje najtežem dijelu i spustila bi se visina dizanja za oko 245 m. Ovaj tunel, osim na ulazima, mogao bi se raditi i sa visoravni iz jednoga ili dva kosa okna visine 210 m do 250 m, dotično sa četiri ili šest napadnih mjesta, čime bi se njegova dužina za rad smanjila na polovicu ili trećinu, pak bi trajanje građenja a i troškovi bili znatno manji (sl. 70.).

d. PRUGA SPLIT—ARŽANO—BUGOJNO—ZENICA

Kao nadasve poučan primjer polaganja trase jedne brdske pruge, može da posluži željeznička veza srednjeg Jadrana s dolinom Vrbasa i Bosne, preko Dinarskih Alpi.

Glavne karakteristike terena jesu ove:

Između Splita na moru, sa kotom 10 m i Bugojna sa kotom 572 m, zračna udaljenost iznosi oko 100 km, ali su se, okomito na taj smjer, između njih isprriječile planine: Mosor visok 1301 m, Kamešnica visoka 1849 m, Tušnica visoka 1700 m, Cincar visok 2006 m, Paklina visoka 1617 m i Stožer visok 1758 m. Polja, koja se na tom potezu moraju koristiti za vođenje pruge jesu: Dugopolje i Dicmanjsko polje sa kotom cca 330 m, udaljena od Splita oko 15 km, blago nagnuta kraska visoravan od rijeke Cetine kod Ugljana s kotom cca 340 m do Sviba s kotom oko 600 m, oko 30 km, Buško blato s kotom 710 m, oko 50 km, Duvanjsko polje s kotom 880 m, oko 60 km, Mokronoge s kotom oko 900 m, oko 65 km, Šujica s kotom oko 920 m, oko 70 km i Kupreska visoravan s kotom oko 1120 do 1200 m, daleka od Splita oko 85 km zračne linije.

Iza Kupreske visoravni, trasa se probija tunelom kroz Stožer i spušta se u dolinu Vrbasa kod Bugojna na kotu 572 m, a zračna udaljenost je samo oko 15 km.

Od najniže kote na visini morskoj, do ulaza u vododijelni tunel na koti 1170 m, izravna linija iznosi, kako je rečeno, oko 85 km. Kad bi po izravnom spoju položili trasu, morali bi od te dužine odbiti cca 10 km za stanične horizontale i dobili bi oko 16‰ kontinuiranog uspona. Ali trasa ne može da se položi u ravnoj liniji, ona mora da izbjegava brda i da koristi doline i polja između njih. Ona će zato biti duža od izravne crte. Usponi se moraju prilagoditi tim dolinama, poljima i terenskim stepenima i ne mogu biti jednolični.

Do prvog polja Dugopolja, do kojega moramo savladati visinu od oko 300 m, trasa će biti duža od izravne, tim više što se nije htjelo prekoračiti uspon od 15‰, koji je uzet kao maksimalni. Ovaj dio trase, kako je ona položena od stanice Split do stanice Dugopolje, prikazan je na slici 71, ali postoji mogućnost da se stigne do Dugopolja razvijanjem padinom Kozjaka.

Od Dugopolja do Sviba, u 64 km savladana je visina od 240 m po jednostavnoj blago nagnutoj kraskoj visoravni.

Od Sviba do Buškog Blata, savladana je razlika visine od 140 m padinskom prugom u srednje teškom terenu za građenje, a trebao bi i jedan tunel od oko 2000 m, kojim bi se trasa probila do Buškog Blata. U vezi sa gradnjom ovog tunela, treba proučiti pitanje odvodnje Livanjskog polja i Buškog Blata, eliminisanja poplava u Sinjskom polju i iskorišćivanja te vode na rijeci Cetini. Oba tunela valjalo bi graditi u isto vrijeme da bude jeftinija.

Od Raševljke (Kazaginca) u Buškom Blatu do Duvanjskog polja trebalo je savladati visinu od 170 m na 15 km dužine, po nešto nagnutoj padini u kršu oko Grabovice, u srednje teškom terenu, a potreban je jedan tunel od 1650 m i drugi od oko 1000 m.

Od Stipanića do Mokronoga treba 14 km pruge u laganom terenu, razlika visine je oko 20 m. Od Mokronoga do Malovana Donjeg ima 16 km, od kojih je cca 1/3 u kanjonu Šujice, a ostale dvije trećine po srednje nagnutim padinama gornjeg toka Šujice. Razlika visine je oko 200 m. Trebat će nekoliko kraćih tunela do 1000 m dužine, što će se moći utvrditi tek nakon detaljne snimke terena.

Od Malovana do vododijelnog tunela ima 15 km, razlika visine je 50 m, a teren je ravni krš. Od izlaza iz vododijelnog tunela dugog oko 1600 m do stanice Bugojno je razlika visine oko 600 m, a dužina, pruge je 48 km, većim dijelom u jako teškom, i posljednjih 13 km u laganijem terenu.

Od stanice Bugojno do ulaza u tunel kroz Komar planinu, duž. 9—10 km, teren je lagan, razlika visine je oko 40 m, a udaljenost je 10 km.

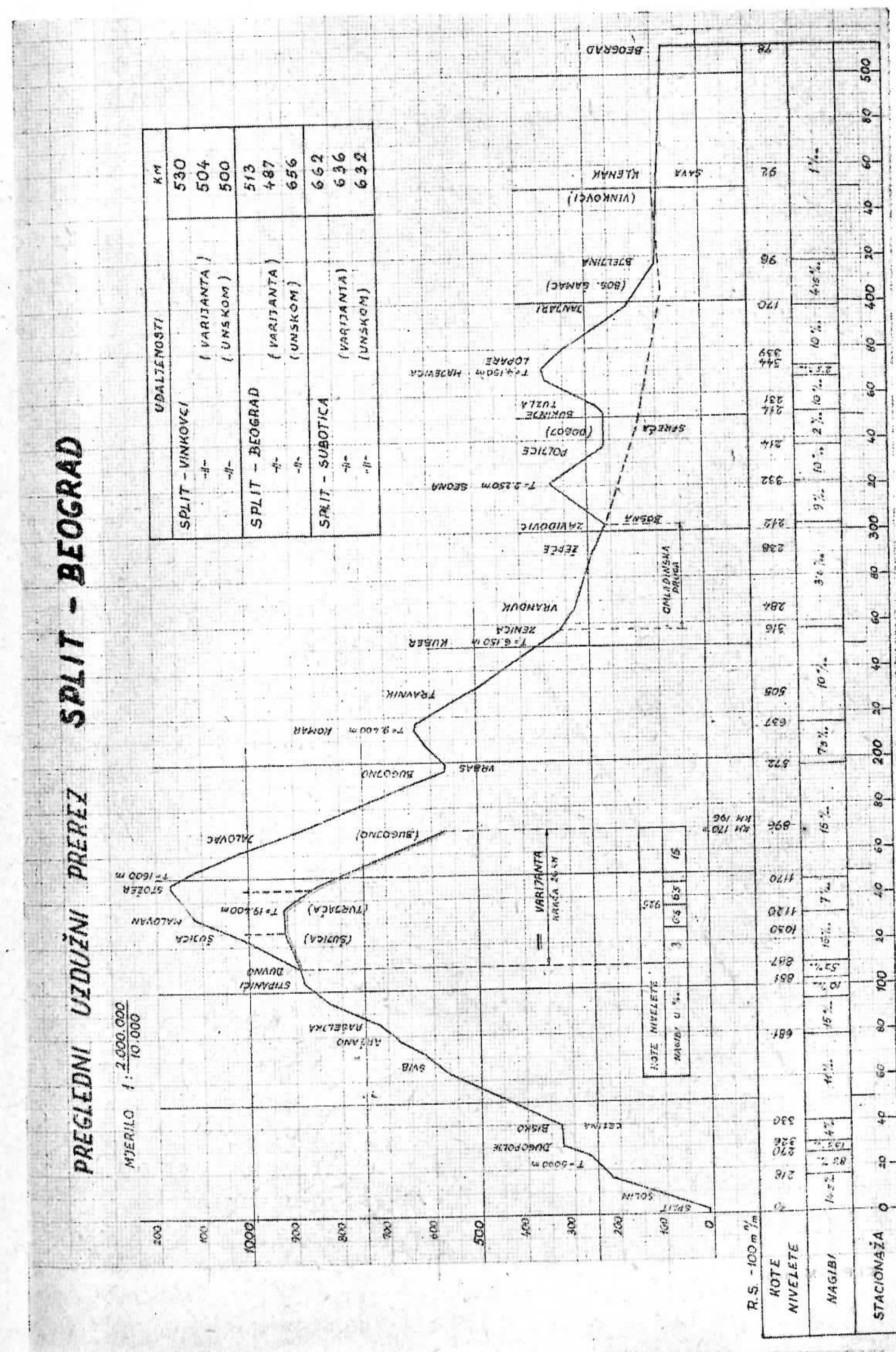
Položaj tunela kroz Komar treba detaljnije proučiti, kao i njegovu visinu i dužinu. Po izlazu iz ovog tunela na koti cca 600 do 635 m, pak do Lašve (ili do Zenice tunelom kroz brdo Kuber) ima oko 40 km u srednje teškom i laganom terenu, a pruga se spušta do maks. 10‰ za svega cca 300 m.

Time se spaja Split i srednji Jadran s dolinama Vrbasa i Bosne s oko 250 km pruge.

Saglasi li se naša narodna vlast da se ova velika transverzala gradi, zbog teškoća i njezine velike dužine, ona će se morati razdijeliti u razne odsječke, koji će se graditi po stanovitom redu, raspoloživim i predviđenim sredstvima.

U prvom redu bilo bi potrebno uspostaviti uzanu vezu Splita s Livnom i ugljenicima oko Tušnice i Livna. Od stanice Dugopolje po n o v o j t r a s i n o r m a l n e p r u g e položio bi se uzani kolosijek do Livna. Koristila bi se postojeća uzana pruga od Splita do Dugopolja, a otud bi se gradila nova pruga do Livna. Dio Dugopolje—Livno mogao bi se u svako doba pretvoriti u normalnu prugu, nakon što se sagradi normalna od Splita do Dugopolja. Treba proučiti pitanje vijadukta preko rijeke Cetine, i da li se ne bi napravio na dva kata, t. j. kao cestovni i željeznički. Istodobno bi se izradio projekat za cijelu prugu do veze s dolinom Bosne i s Omladinskom prugom, bilo u Lašvi ili u Zenici. Omladinska, a i uzana, koristile bi se do Sarajeva, i do Zavidovića, i dobila bi se veza s bosanskim uzanim prugama, s jedne strane do južne Dalmacije i Beograda, a s druge strane do Tuzle, Broda i Šamca.

Nakon utvrđenja glavnih točaka pruge, osobito položaja velikih vododijelnih tunela, trebalo bi započeti rad u njihovim smjernim potkopima. U drugom periodu građenja, gradila bi se pruga od Rašeljke u Buškom Blatu do Mokronoga zbog veze Duvna i ugljenokopa oko Eminovog sela. Ujedno bi trebalo započeti rad na pruzi od Tuzle, preko Majevice, zbog veze sa ugljenicima oko Tuzle, Majevice, Mezgraje i Ugljevika, te s Bijeljinom.



Sl. 72. Pregledni uzdužni prerez normalne željezničke pruge sredinom države Split - Aržano - Stožer - Bugojno i tunelom kroz Komar-Zenica-Zavidović-Šeona-Bijeljina - Klenak - Beograd

U treću etapu spadao bi dio pruge od Mokronoga do Bugojna, ulaz u tunel, sam tunel kroz Komar, i dalje prema Travniku i Zenici.

U četvrtu etapu spadala bi izgradnja dijelova normalne pruge Split — Dugopolje (sl. 71.), Zavidovići — Tuzla, eventualno Hankumpanija — Zenica i Bijeljina—Beograd, čime bi bila uspostavljena izravna veza i sagrađena transverzala Beograd—Jadran. Pregledni uzdužni prerez prikazuje sl. 72.

Prilikom utvrđenja trase za ovu prugu treba voditi računa o današnjim prilikama, — ona prolazi kroz i presijeca našu uzanu željezničku mrežu — a i o budućim prilikama, nakon što se napuste uzane i izgrade normalne pruge. Obzirom na rečeno, ovu prugu sve i kad bi se sad gradila kao uzana, valja je graditi s elementima trase za normalnu prugu, da bi se ona u svako doba, kad za to nastupi potreba, mogla bez teškoća pregraditi u normalnu, a nagibi bi bili od 10‰ ili do 15‰ u oba pravca.

Nakon izgradnje drugog dijela ove pruge od Bugojna tunelom kroz Komar planinu, preko Travnika — Zenice — Omladinske pruge — Zavidovića — Šamca do Vinkovaca, ona će povezati sjevero-istočni dio države i Suboticu, a od Zavidovića desnom padinom Krivaje i preko Seone, Tuzle i Klenka, povezat će Beograd i istočni dio države s morem.

Ona povezuje našu luku Split (sjevernu), najkraćim i vrlo povoljnim putom s našim velikim kraskim poljima: Sinjskim, koje bi se povezalo odvojkom preko Trilja, Buškim Blatom, Livanjskim i Duvanjskim poljem i Kupreskom visoravni, dalje povezuje doline rijeka, a i željeznice koje će njima prolaziti i to: Cetine, Vrbasa, Lašve, Bosne, Turije, Spreče, Jale, Donje Drine, Save, srednjeg Dunava i Tise, od Batine, Subotice i Vel. Kikinde na sjeveru, pak do same pruge na jug, sa svim ugljenicima, industrijom i ostalim rudnim i privrednim blagom u tim dolinama i prostranim ravnicama, a usto glavni grad Beograd sa splitskom lukom.

Od Beograda i Subotice do Bugojna su nagibi u oba pravca vožnje do u maksimumu 10‰, a najviša kota bila bi u novom tunelu kroz Komar planinu oko 620 m, ako se sagradi tunel od cca 9000 m dužine, a ako se sagradi tunel od nešto preko 10.000 m, bila bi vododijelna kota oko 600 m.

Ovaj dio pruge od Lašve do iza tunela kroz Komar u dužini od 48 km, koji povezuje doline Bosne i Vrbasa, koristio bi se i kao veza Sarajeva sa Banja Lukom.

Kada bi se iz Rijeke (istočno od Viteza) u dolini Lašve probilo brdo Kuber i priključilo izravno u stanici Zenici mjesto uz rijeku Lašvu i Bosnu, mogao bi se taj put skratiti za oko 13 km, ali bi valjalo izgraditi tunel od cca 6000 m dužine. Zenica bi kao čvorna stanica bila mnogo prikladnija od Lašve. Ovo skraćenje može se izvesti, kada nastupi za to potreba.

Od Lašve, u km 248 od Splita, do Sarajeva Omladinskom prugom ima 63 km, te bi udaljenost Split — Sarajevo iznosila 311 km.

Osim dugog tunela kroz Komar, od znatnijih radova bio bi još i onaj kroz Majevicu dužine nešto preko 4000 m, onaj kroz Maglaj kod Seone oko 2300 m, onaj između Dugopolja i Žrnovnice kroz planinu Mosor od cca 5000 m dužine, ili pođe li se padinom Kozjaka preko Grla, bio bi tunel oko 3400 m dug i još jedan spomena vrijedan od cca 2000 m između Aržana i Buškog Blata.

Od većih mostova, onaj preko Save kod Klenka između Beograda i Bijeljine već postoji, pak bi još trebao jedan most preko Drine kod Badovinaca, jedan kod Zavidovića preko rijeke Bosne i jedan preko Vrbasa kod Bugojna, kao i vijadukt kod Biskoga, preko rijeke Cetine.

Drugih znatnijih radova, na čitavom potezu od Beograda do Splita ne bi bilo, osobito ne većih mostova, koji su uvijek osjetljiva i ranjava mjesta svake željezničke pruge pak ih zato treba što više izbjegavati.

Kako je već spomenuto, ova glavna transversala kroz sredinu države imala bi ogromnu privrednu vrijednost, jer bi povezivala izvore sirovina s industrijom nekoliko vrlo važnih oblasti i više željezničkih pruga među sobom i izvela bi ih u, od svih vjetrova zaštićenu, sjevernu splitsku luku.

Najteži dio ove pruge bio bi uzlaz od stanice Bugojno na koti 572.5 m do vododijelnice ispod Stožera kod Kupresa na koti 1170 m na kojem dijelu, — ako nećemo da prekoračimo uspon od 15‰ — potrebno je razvijanje pruge.

Obzirom na veliku privrednu važnost, koju će ova pruga imati nakon što bude sagrađena i normalizirana, predviđeni su i na ovom skroz brdskom dijelu isti maksimalni usponi kao na dijelu od Splita do vododijelnice, na kojem nije trebalo vještačkog razvijanja. Oni su umjereni i ne prekoračuju nigdje 15‰, tako da će za eksploataciju biti pruga vrlo povoljna. Usporedimo li ovu prugu s drugim brdskim prugama u našoj zemlji, a osobito s evropskim alpskim željeznicama, kod kojih su na dugim rampama po strmim padinama nagibi 25‰ do 32‰, vidimo da je ova naša pruga mnogo povoljnija, jer će njezina moćnost biti veća od drugih, a troškovi eksploatacije mnogo manji. Važno je da se ovdje spomene odnos težine voza prema vučnoj snazi lokomotive za razne uspone. U usponu od 5‰ lokomotiva može da izvuče voz težine 29 puta veće od težine njezinih povezanih (gonećih) osovina; u usponu od 10‰ 14 puta; u usponu od 15‰ 9 puta; u usponu od 20‰ 6,5 puta; a kod 30‰ samo 4 puta težinu povezanih osovina lokomotive. Ako od ukupne težine voza, koji lokomotiva vuče, odbijemo njezinu bruto težinu i onu vagona, onda vidimo koliko su korisniji manji usponi i koliko više korisnog tereta može da izvuče lokomotiva na manjem usponu.

Zbog toga, prilikom polaganja trase jedne željeznice, moramo nastojati, da maksimalni usponi budu što manji i da u jednom saobraćajnom odsječku od barem 100 km, oni budu što više jednaki, budući se opterećenje voza određuje prema najjačem usponu u tom saobraćajnom odsječku. Pod-

razumijeva se da ovo smanjenje uspona ne smije da se postigne suvišnim produženjem trase, a niti smijemo povećati uspone zbog eventualno potrebnog manjeg njezinog produženja. Nastojat ćemo uvijek, da prugu vodimo u određenom pravcu i usponu, prilagođujući je terenu, čim više ispruženu i bez dužih zaobilaženja i razvijanja, dakle najkraćim putem od početka, pak do određene kulminirajuće točke na pruzi. Ako je pruga jako duga, razdijelit ćemo je u više saobraćajnih odsječaka, po 100, 150, 200 ili više km, u kojima će saobraćati lokomotive odgovarajuće jakosti, prema najjačem usponu u tom saobraćajnom odsječku.

U našem slučaju je tako položena pruga od Splita do Stožera, a od Bugojna do Stožera je zadržan isti uspon od 15‰, što je uvjetovalo njezino produženje razvijanjem, a da se ne bi zbog samog tog odsječka uvele jače lokomotive. Takve jače lokomotive koje odgovaraju tim kraćim odsječcima ne bi bile potpuno iskorišćene na ostalom dijelu pruge, a komplicirale bi i poskupile bi saobraćaj na njoj.

Tako su i na studiji ove veze od srednjeg Jadrana do Sarajeva, Beograda i Subotice predviđena dva saobraćajna odsječka i imat ćemo dvije vrste saobraćaja i to:

a) između Splita i Bugojna na dužini oko 200 km, sa maksimalnim usponom do 15‰ (ukoliko se ne primijeni 10‰) upotrebit će se jače lokomotive, i

b) od Bugojna do Sarajeva oko 110 km, do Beograda oko 320 km, ili do Subotice na dužini oko 370 km, s maksimalnim usponom do 10‰ teglit će vozove laganije lokomotive.

Od Bijeljine do Beograda, kao i od Zavidovića do Subotice, mogao bi se uvesti i treći saobraćajni odsječak s laganijom lokomotivom, ali nije sigurno da bi se to isplatilo zbog kompliciranijeg saobraćaja. Bit će uputnije ostaviti istu lokomotivu, a da ona na tom ravnijem odsječku brže vozi.

Težina voza na obim tim odsječcima bit će ista, i prema toj težini voza i odnosnom usponu, valja odabrati odgovarajući tip lokomotive, slabiju na usponu do 10‰ i jaču za uspone do 15‰.

Jasno je, da na ovako velikim dužinama saobraćajnih odsječaka od oko 100—200 i više km, nije moguće postići skroz jednake, a niti jednostavne nagibe, što bi bilo korisnije, t. j. samo uspon ili pad u jednom pravcu vožnje, do ili od vododijelnice. Oni su ovisni o reljefu terena, pak ćemo prugu i uspone na njoj prilagoditi tim terenskim prilikama. Najglavnije na što kod toga moramo paziti jeste, da nagibi nigdje ne pređu maksimalni, utvrđen za stanoviti saobraćajni odsječak, da pruga bude ispružena i da je zbog postignuća toga uspona ne produžujemo razvijanjem. Kod pruga velike dužine, kao što je slučaj između Beograda i Bugojna, koja poprijeko siječe našu zemlju, njezine planine i doline, mora se prijeći preko nekoliko vododijelnica, čime dobivamo izgubljene padove, koji su uvijek štetni, jer dižemo teret do stanovite visine, pak ga opet spuštamo, ali se to na dugim potezima i u našoj brdovitoj zemlji ne da izbjeći, budući je uvjetovano terenskim prilikama, kad se presijeca više riječnih dolina. Međutim na odsječku od Splita do Bugojna, i ako je oko 200 km dug, uspjelo je izbjeći protupadove i suvišna razvijanja trase, osim nužnog uspona do vododijelnice. Vješt traser će nastojati, da što više smanji razlike visina dizanja i padanja, da se one savladaju ne prekoračujući utvrđeni uspon i bez produženja pruge razvijanjem. Da se pruga ne bi dizala visoko i da izgubljeni padovi budu što manji, često će se hrbat brijega među dolinama probiti tunelom. Njegova visina će odrediti uspone obiju rampi, ili će zadani usponi rampi, odrediti visinu vododijelnice i dužinu tunela. Duži tunel skraćuje skupe rampe pruge po strmim padinama i smanjuje uspone, on je redovito niže položen i bliže je dolini, pak će i vođenje pruge po padini biti kraće, sigurnije i jeftinije.

Cijeneći veliku privrednu važnost veze Splita sa sjeveroistočnim dijelom države i s Beogradom, iznosim ovdje takovu studiju kao poučan primjer polaganja jedne vrlo teške trase, koja unatoč toga što poprijeko siječe Jugoslaviju, njezine visoke brdske kose i duboko usječene riječne doline među njima, može da se položi bez suvišnih razvijanja s blagim nagibima i relativno malim izgubljenim padovima, i da bi prikazao na koji su način svladani kraski stepeni i visinske razlike u terenu od Splita do Kupreške visoravni, t. j. od kote 10 m do kote 1170 m bez izgubljenih padova i sa relativno kratkim uzlazima po strmim padinama, koji su jako skupi.

S kote 10 m na zapadnoj strani stanice Split sjever, koja je zamišljena između tvornica cementa Sv. Kajo u Solinu i one u Kašt. Sućurcu, u km 1.5 odvaja pruga i okreće prema istoku ili zapadu. Ona se stalno penje sa 10‰ ili 15‰ (osim u stanicama) srednje nagnutim padinama Kozjaka ili Mosora i probiva se tunelom od oko 3400 m, odnosno oko 5000 m dužine u zapadni, odnosno u južni ćošak Dugopolja i stiže do te stanice (sl. 71.). Tako ona savladava prvi kraski stepen. Ovaj dio pruge je u teškom, ali sigurnom kraskom terenu. Otud je pruga na kraskoj visoravni, lagano se penje u pravcu istoka. Od Dugopolja do vijadukta preko rijeke Cetine kod Biskoga u km 40 na koti 330 m, pruga se blago penje u laganom terenu. Vijadukt sa srednjim svodom od 40—50 m raspona preko uskog kanjona rijeke Cetine je visok oko 55 m. Iza vijadukta pruga se dalje penje s usponom do 11‰ do Vinice u laganom kraskom terenu, bez ikakvih većih radova. Od Vinice u km 72, do Rašeljke u km 85, pruga se penje sa 11‰ u težem kraskom terenu padinom do Aržana i probija se tunelom od oko 2000 m do na visinu Buškog Blata u km 81. Od stanice Rašeljke u km 85 na južnom kraju Buškog Blata na koti oko 720 m pruga se penje prema Duvanjskom polju. Bilo bi poželjno da se ovaj dio pruge do Buškog Blata koristi za vezu Splita s Livnom i trasa položi za normalnu prugu, a po njoj sagradi uzana i provizorno u Dugopolju priključi na postojeću uzanu. Od Rašeljke, na drugom kraskom stepenu, pruga se dalje penje, dijelom u laganom a dijelom u težem terenu sa 10 ili do 15‰ do

Stipanića u Duvanjskom polju u km 103 na koti 880 m, nakon što se je kod Grabovice probila tunelom od oko 1600 m, a kod Gradca tunelom od oko 1150 m dužine i time stigla do trećeg kraskog stepena, prolazi Duvno i skoro je horizontalna i u laganom terenu do Mokronoga u km 116 na koti oko 900 m. Pri savladavanju ovog trećeg stepena od Buškog Blata do Duvanjskog polja pokušano je primjenom jednoličnog jačeg uspona nešto skratiti prugu. Razlika visine iznosi oko 160 m, pak bi sa 15‰ bilo dovoljno oko 12 km pruge, ali bi nas taj jači uspon doveo na višu visinu od 880 m. Da se to izbjegne, morala se tunelom od 1600 m probiti Grabovička planina i nešto produžiti pruga, i položiti je u usponu od 15‰, a mjestimično i do 10‰.

Odvojcima iz Rašeljke za Livno i iz Duvna za Eminovo selo priključili bi se ugljenici Tušnice, oko Livna i Eminovog sela na prugu za Split.

Iza Mokronoga u km 116 pruga za Kupres ostavlja treću visoravan i penje se dalje s 15‰ lijevim strmim brinama, pak padinama Šujice do Malovana Donjeg u km 133 na koti 1125 m. Tako savladava i četvrti kraski stepen do Kupreskog polja, dostiže vododijelnicu, do koje se penje sa 5‰ i ulazi u stanicu Stožer u km 146 na koti 1170 m. Odsječak od km 116 do km 121 je u strmim lijevim brinama Šujice i jako je težak, a od km 121 do km 133 je srednje težak teren, dok je otud do ulaza u vododijelni tunel dug 1600 m u km 147, kraska ravan lagana za građenje pruge. Na ovom dijelu bit će potrebne zaštitne naprave protiv bure i snježnih smetova. Ovih 147 km pruge položeni su u kontinuiranom usponu, bez protupadova, pruga se stalno penje i nigdje ne prekoračuje uspon od 15‰. U ovome leži prednost ove trase pred onom bivšeg austrijskog projekta, koji je imao uspone do 26‰, a kod Aržana se je pruga penjala do iznad kote 750 m, pak se protupadom spuštala do Buškog Blata. Bio je i projekat zupčanice sa 45‰ uspona od stanice Bugojno do Stožera, što bi izazvalo velike smetnje u saobraćaju i smanjilo moćnost pruge, jer bi se na tom odsječku morale uvesti zupčane lokomotive. Austrija nije uspijevala, a možda nije ni sama htjela da sagradi ni takvu lošu prugu.

Od vododijelnice u stanici Kupres i vododijelnog tunela na koti 1170 m, pruga stalno pada sa 15‰ (osim u stanicama) do stanice Bugojno na koti 572.50 m. Po izlazu iz tunela od oko 1600 m dužine na vododijelnici, t. j. od km 148.5 do km 154 pruga se spušta vrlo teškim i strmim, ali čvrstim lijevim krečnjačkim padinama potoka Mračaja. Iza toga razvija se zaokretajima sjeverno od Otigošića, u blaže nagnutom terenu, na uzvisini među potocima Mračajem, Dubokim i Seonom do km 175. Ovdje, na prostoru od samo 7 km², razvija se pruga u nekoliko zaokretaja u povoljnijem i blaže nagnutom terenu, na dužini od 21 km. Od km 175 do km 177 teren je opet strm i težak, pruga zaokreće u tunelu i po strmim padinama potoka Seone spušta se prema Bugojnu, uvijek jednakim padom od 15‰, lijevom, sada blažom padinom potoka Seone, kraćim tunelom probija greben između potoka Seone i Pršljani, pak desnom, a po zaokretaju u tunelu lije-

vom blažom padinom potoka Pršljani i proslijeđuje do Bugojna. Od km 177 padine prema Bugojnu bivaju sve blaže nagnute, pak će građenje biti lakše i jeftinije, a osobito od km 183 preko Porića do stanice Bugojno u km 195 na koti 572.50 m.

U ovoj stanici će priključiti pruga iz Banja Luke dolinom Vrbasa za Neretvu i dobiti vezu sa srednjim Jadranom.

Kako se vidi na sl. 65. i 66. razvijanje pruge je provedeno u laganijem terenu, a vrlo teški teren od km 148.5 do km 154 i od km 171 do 175 ne bi se mogao izbjeći, sve i kad ne bi bilo razvijanja, jer teški teren ostaje isti, pa bila pruga nešto viša ili niža. Kraća pruga u većem usponu ne bi iskoristila ovaj blaže nagnuti teren, ona bi ga prešla na dužini od sama 3 km. Razvijanjem pruge baš na ovom mjestu osjetljivo će se smanjiti troškovi građenja pri njezinom razvijanju, tim produženjem postiglo se i ublaženje uspona od Bugojna do vododijelnice kod Stožera na 15‰, a time uprošćenje i pojeftinjenje eksploatacije na cijelom saobraćajnom odsječku od Splita do Bugojna.

Na drugom dijelu ove pruge t. j. od Bugojna do Beograda, — ne pođe li se kraćim putem od Viteza kroz Kuber izravno na Zenicu — koristit će se oko 63 km Omladinske pruge, t. j. od ispred stanice Lašva do stanice Zavidovići, kojom će se nova pruga povezati preko Šamca sa Vinkovcima, sa sjeveroistokom države i dolinama Dunava i Tise, te će i te krajeve najkraćim i najpovoljnijim putom izvesti na naš srednji Jadran.

Od Bugojna u km 195 do Lašve u km 255, na dužini od 60 km, teren je srednje težak i lagan, ali u taj odsječak pada i tunel kroz sporednu vododijelnicu, kroz Komar planinu, od cca 9 km ili onaj od oko 10 km dužine, dok je po izlazu iz tunela pruga u dolini rijeke Komarnice i Lašve. Visina ove vododijelnice je samo oko 30 ili 50 m iznad stanice Bugojno. Na drugoj strani vododijelnice, t. j. od km 214, pruga stalno pada do 10‰ do stanice Lašva, i od nje blago pada dalje do stanice Zavidovići u km 303 (316). Kako je već rečeno između ovih dviju stanica nova pruga koristit će Omladinsku prugu na dužini od cca 63 km.

Po izlazu iz stanice Zavidovići sa kotom 212 m, nova pruga je vodoravna do prijelaza preko rijeke Bosne, a iza mosta u km 305 ulazi u dolinu Krivaje, čijim se desnim padinama, teškim za građenje, penje do 9‰ maksim. uspona, probiva se tunelom oko 2300 m dužine kroz Malovan i dostiže drugu sporednu vododijelnicu u km 322 (335). Ovaj dio padinske pruge od km 305 pa do km 320 dug 15 km, možemo smatrati najtežim za građenje od Splita pa do Beograda, ali njime se put od Zavidovića do Tuzle skraćuje za oko 56 km. Od stanice Seona na koti 330 m, pruga se opet spušta padom do 10‰ do stanice Bukinje u km 351 na koti 212 m, pak se opet penje sa 10‰ uspona prema Tuzli do km 355 i dalje do tunela kroz Majevicu od nešto preko 4000 m dužine do na kotu 344 m. Na toj koti dostiže i prelazi i treću sporednu vododjelnicu, sa koje se spušta do u maksi-

mumu sa 10‰ do stanice Bijeljina na kotu 98 m u km 416. Otud do Beograda na koti 78 m i km 513 pruga je skoro u pravcu, u ravnici je i horizontalna ili sasvim blago pada. Zbir izgubljenih padova od Bugojna do Beograda iznosi oko 280 m, te je osobito povoljan za ovakvu prugu.

Najteži nagibi cijele ove pruge duge oko 513 km su oni, od stanice Split na koti 10 m do Bugojna na koti 572.5 m, sa prijelazom vododijelnice kod Kupresa na koti 1170 m, kao i savladavanje ove velike visine sa 4 stepena u terenu. Ipak je uspjelo savladati te stepene, ostajući u terenu i bez razvijanja, kontinuiranim usponom do maksimum 15‰ od mora do vododijelnice. Samo na dijelu od Stožera do Bugojna bilo je potrebno razviti prugu, a da se taj nagib ne prekorači.

Vododijelnica kod Kupresa je vrlo visoka, ona dostiže visinu od 1170 m, pak se je nastojalo da se ona izbjegne i spusti niže.

U tom cilju proučena je

e. VARIJANTA ŠUJICA—BUGOJNO

sa dvotračnim tunelom od cca 19.400 m dužine sa vododijelnom kotom od oko 925 m.

Pruga od Splita do Mokronoga ostala bi ista kao i prije, samo bi kod Mokronoga bila 15 m niža, a otud do Šujice ne bi se penjala lijevim brinama, već bi išla iznad V. V. uz samu rijeku Šujicu do mjesta Šujice na koti 920 m u km 125. Prema tome, od Mokronoga u km 115 sa kotom 900 m, na ovih 10 km pruga se diže samo 20 m i jednostavnija je za građenje od one više u strmim brinama koja vodi za Kupres. Oko km 126.5 pruga ulazi u dugi vododijelni tunel i do njegove sredine penje se blagim usponom od 0.5‰ do kote 925 m. Otud bi se umetnuo pad od 6—7‰ tako, da bi tunel izašao u potoku Mračaju oko kote 860 m, koja je ujedno i kota stanice Mračaj. Odovud pruga stalno pada sa 15‰ (osim u stanicama) do Bugojna.

Prednost ove varijante bila bi, što bi na njoj vododjelna kota bila oko 925 m, t. j. za 245 m niža nego li na pruzi preko Kupresa i za toliko manja bi bila suvišna visina dizanja i spuštanja tereta, a bila bi i za 26 km kraća od one preko Stožera i Kupresa. Osim toga ovom varijantom izbjegla bi se klimatski nepovoljna Kupreska visoravan, sa jakim burama i sniježnim smetovima u zimskim mjesecima.

Ovaj tunel, iako je zamjerne dužine od oko 19.400 m i bio bi najduži do sada izvedeni dvotračni tunel u Evropi, predvidivo ne će predstavljati većih teškoća kod građenja, osim mogućeg pritoka vode, koju bi se moralo crpsti iz te dubine dok se ne probije cijeli tunel i dok voda ne bude otjecala prirodnim padom na obje strane.

Valja ispitati i proučiti pitanje, da li se za radove u ovom dugom tunelu, ne bi iskoristila voda rijeke Šujice, napravila pregrada i umjetno jezero iznad mjesta Šujice i tu podigla manja električna centrala. Oborinsko po-

dručje oko Kupreske visoravni je veliko, i u koliko teren ne bi bio propustan, moglo bi se računati s većim količinama vode. Možemo predmnijevati, da teren iznad i ispod Šujice nije propustan, jer da je propustan, ona ne bi bila probila duboki kanjon do Mokronoga.

Tunel bi bio u krečnjačkom masivu, a mogao bi se raditi osim na dva ulaza u km 126.5 i km 145.8 pruge, još iz jednog kosog okna u sredini, visine oko 210 m, oko jezera Turjače kod Zamagline u km 135. Na taj bi način dužinu tunela razdijelili u dvije polovice, što bi radove u njemu ubrzalo i pojeftinilo radeći iz četiri radna mjesta, dva na ulazima, a dva iz sredine. Koso okno koristilo bi se za provjetravanje tunela, i za pristup do mimoilaznice Turjača u njegovoj sredini. U tom slučaju rad u potkopima do potpunog proboja trajao bi 2—2 i pol godine dana, a uz dobru organizaciju rada za daljnje pola godine mogao bi tunel biti potpuno gotov.

Maksimalni nagibi u oba pravca vožnje od Splita pa do Bugojna bili bi do 15‰ (ili do 10‰), kako je to već rečeno, dužina pruge bi se svela na oko 169 km, a rampa od tunela do Bugojna na oko 21 km dužine.

Na čitavoj ovoj dužini od Splita do Beograda od cca 513 km sa vododijelnicom kod Kupresa, bilo bi teškog terena do 70 km ili oko 14%, većih tunela između 1500 m do 10.000 m dužine bilo bi do 30 km ili oko 6% od dužine pruge. Usvoji li se varijanta sa vododijelnom kotom od 925 m, dužina velikih tunela povećala bi se do 45 km ili na oko 9% (na Unskoj pruzi ima 11% tunela), ali bi zato pruga u vrlo teškom terenu bila oko 15 km kraća i iznosila bi samo oko 11%, a bila bi za 26 km kraća od one sa višom vododijelnom kotom. Ovaj odnos dugih tunela i teške pruge za glavnu željeznicu sredinom države, koja poprijeko siječe više brdskih kosa i riječnih dolina, a uz to presijeca Dinarske Alpe, ne može da se smatra nepovoljnim, pak ni troškovi za njezino građenje ne će biti osobito veliki, niti u nesrazmjeru s ogromnom koristi, koju bi naša zemlja od nje imala.

Usvoji li se varijanta sa dugim tunelom između Šujice i Mračaja sa vododijelnom kotom od 925 m, ovi bi se troškovi zbog dugog tunela povećali, ali bi od njih valjalo odbiti iznos za građenje i održavanje 26 km manje pruge u teškom terenu, pojeftinjenje eksploatacije uslijed manjeg dizanja tereta za 250 m, svih vozova i za sva vremena, izbjegavanje klimatski vrlo nepovoljnog dijela pruge preko Kupreske visoravni i skraćenje puta i trajanja vožnje, što bi bila direktna korist za željeznicu i za narodnu privredu.

Korist od građenja ove pruge za narodnu privredu možemo prosuditi, ako sravnimo trajanje vožnje od Beograda do Splita do pred prošli rat, sa trajanjem vožnje ovom prugom. Brzi voz iz Beograda preko Zagreba do Splita ili obratno, trebao je onda za 850 km ličkom prugom

oko 19 sati, dok će za 513 km (487 km) novom, mnogo povoljnijom prugom, trebati 9—10 sati ili polovicu vremena. Ovo bi predstavljalo neprocjenjivu korist za sve putnike i robu, koja bi se prevozila, a i za narodnu privredu, oživjelo bi naše Primorje i pridonijelo bi mnogo boljem upoznavanju i zbliženju raznih dijelova našega naroda.

Po sebi se razumije, da se jedna ovako duga i teška pruga, ne može sagraditi najednom, već po smišljeno utvrdenom programu u etapama, da se svaki njezin dio može sam za sebe koristiti. Obzirom na duge tunele, trebalo bi čim prije utvrditi da li će se i koji graditi, utvrditi njihovu osovinu i ulaze i početi vrtati potkope, da nas rad u tunelima ne bi zadržao.

Kod radnog poleta u našoj zemlji po Oslobođenju, i kada se u njoj izvode i najsmjeliji radovi, možemo očekivati, da će naše narodne vlasti zrelo prosuditi ovo zamašno privredno pitanje i uviditi potrebu i korist od ove nadasve važne pruge, da će nakon svestranog proučavanja, bez bojazni pristupiti ovom velikom djelu i sagraditi ovu okosnicu sredinom zemlje, koja osim što je najkraća, osobito povoljno to pitanje rješava.

Literatura nas upućuje, da Alpske željeznice, koje su građene u drugoj polovici prošlog i u prvoj polovici ovog stoljeća, iako imaju duge tunele od 10—20 km, imaju i jake uspone od 25‰ do 32‰, što je velika njihova manjkavost, jer mnogo poskupljuju saobraćaj. Mi moramo da iskoristimo naš povoljni geografski položaj. Željeznice, osobito glavne transverzalne grade se za vjekove. Ne smiju se graditi za špekulaciju privatnika, već na korist zajednice. Zbog toga ne smijemo prezati od velikih radova kao što su veliki tuneli, niti od većih troškova, ako imaju da nam donesu trajnu korist, a tu ćemo imati od kraće pruge sa povoljnijom gradijentom, koja svršava u nadasve pogodnu Splitsku luku.

Zato kod utvrđivanja plana naše željezničke mreže i pri određivanju pravaca naših budućih glavnih željezničkih pruga, moramo se otresti malodušnosti i skučenih zastarjelih birokratskih mentaliteta, kao ostataka bivšeg kapitalističkog društva, koje je računalo sa kamatima na uloženu glavnicu, a nije računalo sa koristi od unaprijeđenja narodne privrede izgradnjom novih pruga. Treba uočiti neprocjenjivu prednost ove magistrale, jer ona povezuje glavne centre raznih naših industrija, a svršava u jednu savršenu prirodnu luku, prostranu, zaštićenu od svih vjetrova, sa čvrstim dnom, usto napučenim, širokim i blago nagnutim okolnim terenom, podesnim za postepenu izgradnju kejova i pristaništa, stovarišta, hangara i naselja, bez skupog temeljenja, kao što bi bilo na strminama i u mulju. Ona će prevoziti veliki dio naše godišnje produkcije ugljena od 16,000.000t. Ovakvih prednosti i u tolikoj mjeri kao sjeverna Splitska luka, nema nijedna naša, a na daleko ni tuđa luka, što treba naročito cijeniti, kad se radi o izgradnji naše željezničke mreže i o njezinim izlazima u morska pristaništa.

f. GENERALNI PROJEKAT

Kada se sve to prouči i odredi stanovita trasa u glavnim crtama, onda će se prijeći na izradbu općenitog (generalnog) projekta. Kao podloga služit će nam trase ucrtane u topografsku kartu 1 : 25.000 ili naše karte razmjere 1 : 50.000 (sl. 65.) i napravit će se za njih specijalni uzdužni prijesjek u mjerilu 1 : 10.000 za dužine i 1 : 1.000 za visine (sl. 128.). U njemu mora da bude unesen: prijesjek sa terenom vertikalne ravnine u osi pruge, svi nagibi nivelete i njihove dužine, krivinski odnosi (radiusi i dužine krivina), svi vještački radovi, odnosi križanja sa svim postojećim vodotocima i putovima, sva preloženja i korekcije njihove, položaj i dužine stanica i vodostanica i sve, što je od važnosti, ali bez ikakvih detalja. Iz tog uzdužnog profila moraju da se vide i granice mjesnih narodnih odbora, kotareva, oblasti i federalnih republika.

Na temelju statistike i propitivanja na licu mjesta valja ustanoviti privredni stepen kraja i mogućnost njegova razvitka, valja ustanoviti koliki će biti tranzit robe i putnika po novoj pruzi, a na osnovu toga utvrditi približne prihode i rashode željezničke pruge, kao i predvidljive troškove izgradnje. Ove podatke udopunit ćemo sa statističkim podacima krajeva sličnih privrednih i terenskih prilika kraja, u kome se zamišljena željeznica gradi. Podrobnije u drugoj svesci ove knjige.

Valja ustanoviti broj stanovništva priticajnog područja, stepen njihovog ekonomskog razvitka, koliko će puta godišnje svaki stanovnik putovati i na koju dužinu i koliko će se tona robe godišnje prevesti po svakom stanovniku. Tarife su nam poznate, a poznati su i ukupni izdaci po osobi/km i po t/km, pak ćemo po tome računati.

g. PRIJEDLOG OSNOVE

Nakon svih prethodnih studija, radi razmatranja izgradnje nove željezničke trase potrebna su ova pomagala:

1. Sekcijska karta 1 : 100.000 (1 : 75.000 ili generalna karta u mjerilu 1 : 200.000) sa točno ucrtanom naumljenom trasom, na kojoj su označene sve stanice i kilometraža 5—5 km.

2. Topografska karta 1 : 25.000 ili naša nova 1 : 50.000, u kojoj su označeni predjeli sa rudnicima, sa kilometražom 1—1 km.

3. Generalni uzdužni prijesjek u razmjeri 1 : 100.000 za dužine i 1 : 2000 za visine. Kilometri, nagibi i dužine pojedinih nagiba, kote lomova nivelete, odstojanja stanica i vodostanica kao i teren kod vijadukata, tunela i rijeka moraju da se iz njega vide. (Sl. 67.).

4. Specijalni uzdužni prijesjek u mjerilu 1 : 10.000 za dužine i 1 : 1000 za visine, iz kojega se vidi teren i svi radovi, samo mnogo podrobnije nego pod 3. (Sl. 128.). Često su u njemu označene i kubature usjeka i nasipa.

5. Skup poprečnih prijesjeka, i to 1—2 po km u mjerilu 1 : 200, koji prikazuju mjesta karakteristična za radove na pruzi, gdje je teren ravniji ili strmiji, oko preloženja rijeka i cesta i gdje je teren teži.

6. Sumarni predračun, osnovan na cijenama iz iskustva, za cijelu prugu, kao i za 1 km pruge s ovim stavkama:

a) Predradnje, uključivo detaljni projekat, upravu i nadzor gradnje;

b) eventualni otkup zemljišta, uključivo odštetu i naprave za očuvanje od požara;

c) zemljani radovi svake vrste;

d) radovi osiguranja pokosa zasađivanjem, zasijavanjem, pobusavanjem, dreniranjem, kaldrmisanjem, trpancem, upornim, potpornim i obložnim zidovima, osiguranje uljeva i izljeva kod objekata i t. d.;

e) mostovi i propusti ispod 20 m otvora;

f) veliki vještački radovi: mostovi iznad 20 m otvora, vijadukti, tuneli po m^1;

g) pošljunčivanje kolosijeka i polaganje gornjeg stroja;

h) gornji stroj, i to: šinje sa priborom, pragovi, okretaljke, mosne vage, dizala za tovarenje i istovarivanje, signalne naprave, blokovi i t. d.;

i) visokogradnje svih vrsta, uključivo mehanička postrojenja za vodostanice, radionice, ložionice, signalne uređaje i t. d.;

j) razno: ograde, brklje, padokazi, table za opominjanje, telegraf, telefon, signalni uređaji, namještaj za urede i radione, zalihe materijala, podučavanje i preseljenje osoblja na prugu pred otvorenjem i t. d.;

k) vozila, t. j. lokomotive sa cca 0.3 po km, vagoni cca 5—6 po km, i to službeni, za poštu, osobni, teretni, specijalni svih potrebitih tipova, sa i bez kočnica, što će zavisiti od uspona na pruzi, sa rezervnim točkovima, snježni plugovi, dresine, ručne i motorne, pružni automobili, trokolice za majstore pruge, pružna kolica i tome slično;

l) postrojenja i preuređaji u priključnoj stanici, ako se pruga odvaja ili priključuje na jednu postojeću prugu. Lučki uređaji i t. d.

7. Tehnički izvještaj, koji obrazlaže i objašnjava osnovu, s osobitim obzirom na izbor vododijelnica, na uspone na pruzi, na geološki sastav tla, minimalni radius, normalije, po kojima će se pruga graditi, broj i položaj stanica, izmjena i stajališta, kao i odstojanja među njima.

Udaljenost stanica i vodostanica, smjerovi i nagibi na pruzi, broj i dimenzije otvora vještačkih radova, svi ovi iskazi će se unijeti u posebne tabele i priložiti elaboratu.

U slučaju, da ima kakva varijanta, od koje se nije odustalo, ili je traže interesenti, morat će se i za nju izraditi svi gornji podaci, kao i za glavnu prugu i priložiti. Ujedno će se navesti njezine prednosti kao i njezine manjkavosti.

O postupku za traženje i izdavanje odobrenja za gradnju željeznica postoje zakonski propisi i odredbe.,

h. ISCRPNE (DETALJNE) TEHNIČKE PREDRADNJE

dijele se na generalni i na detaljni projekat.

Generalni projekat izrađuje se u jednakom mjerilu i izvedbi kao i detaljni, samo što je generalni rađen na osnovu slojnih planova, dok je detaljni plan rađen na osnovu iskolčene pruge u terenu i detaljnih snimaka. Ovi projekti obuhvaćaju sve radove, koji omogućuju tehničko izvedenje osnove. Oni se u mnogom podudaraju sa općenitim, samo što nisu općeniti, već izrađuju u detalju svaki pojedini rad. Ti se radovi dijele u:

a) detaljne radove na terenu, i to za generalni i za detaljni projekat.

b) detaljne radove kod kuće, i to za generalni i za detaljni projekat.

c) izradbu i predloženje izvedbene osnove.

Za izradbu generalnog projekta trebamo slojne planove većeg mjerila, koji nam prikazuju kraj sa svim njegovim neravnostima i svim onim, što je na njemu: putovima, vodotocima, kućama i t. d. (situaciju terena), redovito u mjerilu 1 : 1000, ali mogu da budu i 1 : 2000 ili 1 : 2500.

i. RADOVI NA TERENU

Snimka terena. U blizini osi pruge ucrtane u topografskim kartama iskolčit ćemo na terenu poligon t. j. u stanovitim tim odabranim točkama zabiti jako kolje. Poligon nam služi kao temelj za tahimetarsku snimku terena. Poligonske točke valja tako odabrati, da se sa njih dobro vidi dio terena, koji će se snimiti sa te točke (uzdignuta i izbočena točka). Valja nastojati da bude što manje poligonskih točaka zbog uštede na vremenu. Ako su stranice duže, bit će i rad brži i točniji. Ušteđuje se na vremenu kod novog postavljanja instrumenta, pak valja nastojati da ih bude što moguće manje, a ušteda je na vremenu i kod nanošenja na papir. Udaljenost točaka poligona (stajališta instrumenta) je od 50—250 m, prema savršenosti instrumenta, vidljivosti i nagibu terena.

Nastojat ćemo, da po mogućnosti bude više točaka poligona u jednom pravcu, jer će biti lakše nanošenje na papir, a i pogreške će biti manje. Kod dugih pravaca najprije će se zabiti najudaljeniji kolac, od njega će se uzeti vizura i prema njoj zabijati usputne kolce prema instrumentu. I kod iskolčenja osovine pruge, nastojat ćemo, ukoliko to bude moguće, raditi od najdalje točke prema instrumentu, da pogreške budu manje. Kod dugog stajanja instrumenta na jednom stajalištu, on će utjecajem vjetra i sunca, a i hodanja oko njega nešto promijeniti svoj položaj, pak će kod dužih vizura pogreška biti veća. Dobro je, ali nije neophodno potrebno, da se poligon na početku i na koncu poveže na jednu ili više državnih trigonometarskih točaka, ako ih ima, ali svakako ga treba zbog izjednačenja visina povezati na državne visinske točke. Bude li se tražila velika točnost, na pr. u gradovima, onda ćemo nivelirati točke poligona, a

eventualno i izmjeriti njihovu horizontalnu udaljenost čeličnom vrpcom ili letvama za mjerenje, ali redovito ne će to biti potrebno, ukoliko se bude točno radilo.

j. TAHIMETRIČKO SNIMANJE TERENA

Dugo nije bilo praktičnih pomagala za terenske snimke, pak se gubilo mnogo vremena, dok bi se one napravile, a nisu bile ni dovoljno točne. Proučavala se mogućnost tahimetarskog snimanja optičkim putem, i dugo je trajalo, dok su se takvi instrumenti konstruirali i mogli praktično upotrebiti za takve svrhe. Koncem prošlog stoljeća pronađeni su takvi instrumenti i oni su mnogo ujednostavnili takav rad. Jedan od najpraktičnijih takovih instrumenata, daljinomjera, je univerzalni nivelacioni instrumenat, koji se u praksi najčešće upotrebljava s potpunim uspjehom. On je tako konstruiran, da može da posluži za razne svrhe, i to: za tahimetriranje, t. j. za optičko mjerenje daljina, za mjerenje horizontalnih kutova (teodolit) i za mjerenje vertikalnih kutova. Ako ove operacije spojimo, onda ga možemo upotrebiti za snimanje terena pomoću odabranih točaka — stajališta, polarnom metodom. Stajališta valja unaprijed odrediti i utvrditi t. j. položiti poligon. Osim toga se ovakovi instrumenti upotrebljavaju i za niveliranje, a za tu svrhu imaju na durbinu jahaću pomičnu ili stalnu libelu (razulju), koja ima posebne vijke za rektificiranje. Tangenta na libelu, kada vrhuni, mora biti paralelna sa vizurnom osi durbina.

Prije upotrebe instrumenat mora biti rektificiran za operaciju, koja se njime vrši. Instrumenata ima raznih konstrukcija, jednostavnih, kod kojih je rad u polju manji, a kod kuće veći. Razne vrijednosti se moraju računati ili uzimati iz posebnih tablica. Noviji instrumenti su mnogo savršeniji, ima ih koji omogućuju na terenu, u samom instrumentu očitavanje visinskih razlika i reduciranih horizontalnih daljina, koje se unose u bilježnicu. Kod ovakvih instrumenata otpada računanje kod kuće.

Kod teodolita, kojim mjerimo horizontalne kutove, za rektifikaciju dolaze u obzir tri griješke u osovinama instrumenta. Griješka vertikalne okretne osi alhidade, horizontalne osi durbina, te vizurne osi (vizurni pravac, kolimaciona os). Vertikalna os alhidade mora biti vertikalna, horizontalna na ovu okomita, t. j. horizontalna, a vizurni pravac okomit prema horizontalnoj osovini.

k. INSTRUMENTI ZA MJERENJE HORIZONTALNIH I VERTIKALNIH KUTOVA I DALJINOMJERI

Jedan dio ovog poglavlja spada u geodeziju i predpostavljamo, da je svaki građevinski inženjer i tehničar upoznat sa tim predmetom, ali obzirom na veliku važnost i usku vezu koju ta nauka ima pri izvršavanju ovakvih tehničkih radova, smatramo potrebnim da i ovdje ukratko iznesemo nekoliko podataka o razvoju i pomagalima iz te nauke, koja je od početka ovog stoljeća mnogo uznapredovala i dalje se usavršava.

Snimanja terena za inženjersko-građevinske radove različita su od radova za geodetske svrhe. Dok geodeti uglavnome snimaju horizontalnu projekciju terena, naše snimke prikazuju kotiranu projekciju. Zato ćemo samo ukratko navesti karakteristike onih instrumenata i nekoliko njihovih tipova, koji se u praksi upotrebljavaju za ovakve radove: (Vidi: Geodetski priručnik I. dio, — Zagreb 1948. i druga slična geodetska djela).

Teodolitom, kad mu je horizontalni limb horizontalan, mjerimo horizontalne projekcije kutova, koje zatvaraju smjerovi prema raznim točkama u prostoru i objektima, a ti smjerovi su upravljeni iz jedne utvrđene poznate točke (stajališta).

Teodolite, kod kojih se durbin može okretati za 180° oko svoje okretne osi, nazivamo kompenzacionim, a takvi se oni danas i grade. Kod ovakvih novijih instrumenata su svi osjetljiviji dijelovi zatvoreni (pokriveni) i zaštićeni od prašine, dodira i eventualnih udara. Na mjestima za očitavanje kutova (noniusi) ugrađeni su stakleni prozorčići.

Ako teodolit, osim vodoravnog kruga, ima i vertikalni krug za mjerenje vertikalnih kutova, zovemo ga univerzalnim. Vertikalni krug je redovito čvrsto povezan sa horizontalnom okretnom osi instrumenta. Na njemu očitavamo kut nagiba vizurne osi prema horizontali. Kod stanovitog očitanja (0° ili 90°) libela na durbinu mora da vrhuni, a vizurna os mora biti horizontalna, t. j. paralelna sa tangentom na libelu.

Alhidada i limbus su na istoj vertikalnoj osovini, oko koje se okreće alhidada, a limbus može da bude stalan, ili se i on može okretati. To je redovito kod univerzalnih instrumenata.

Na alhidadi redovito su pričvršćene dvije unakrsne libele za njezino horizontiranje kao i limbusa. Uz durbin je čvrsto pričvršćena libela, ali ona može da bude i jahaća. Njome u dva položaja možemo horizontirati instrumenat, ali ona služi i za njegovu rektifikaciju kao i kod niveliranja.

Ako durbin uz nitni križ ima još dvije, t. j. gornju i donju horizontalnu nit, ili dvije vertikalne paralelne niti jednako udaljene od nitnog križa, onda se ovakovim instrumentima mogu mjeriti i udaljenosti snimanih točaka. Ovakav način mjerenja daljina zovemo Reichenbachov način. Kod prvoga očitavamo daljine na vertikalnoj, a kod drugoga na horizontalnoj letvi. Vertikalna nit mora biti okomita na horizontalnu (okretnu) os durbina i služi kao vizurna os instrumenta. Pravac u durbinu, koji prolazi kroz sjecište niti nitnog križa i sredinom objektiva, zovemo vizurnim pravcem, ukratko vizurom. Ako je instrument rektificiran, i njegova libela vrhuni, vizura mora biti paralelna sa tangentom na libelu. U tom slučaju možemo upotrebiti instrumenat za nivelaciju.

Lupu okulara moramo naravnati tako, da oko promatrača jasno vidi nitni križ, a okularnu cijev moramo naravnati, dok slika, koju objektiv

prenosi u žarište, padne skupa sa nitnim križem, da fokusira, inače slika nije jasna i postoji paralaksa. Nju ćemo opaziti, ako pomičemo oko gore-dolje i desno - lijevo ispred okulara. Uklonit ćemo je izvlačenjem ili uvlačenjem okularne cijevi skupa sa okularom i dijafragmom, dok paralaksa nestane i kad sliku sasvim jasno vidimo.

Kod ovakovih instrumenata vidimo u durbinu sliku okrenutu, što ima važnosti kod očitavanja odrezaka na letvi pri mjerenju dužina. Donja nit (u instrumentu gornja) daje niže očitanje, dok gornja (u instrumentu donja) daje više očitanje. Razlika, koju dobijemo, ako od očitanja gornje niti odbijemo očitanje donje niti na letvi, daje nam odrezak »*l*«, pomoću kojega, pomnoženog sa konstantom »*K*« dobivamo koso odstojanje očitane točke do stajališta instrumenta. Pomoću vertikalnog kuta (kuta nagiba) dobivamo horizontalnu projekciju te dužine. Horizontalni kut na limbusu daje nam smjer snimljene točke prema stanovitoj utvrđenoj orijentaciji. To što je slika u instrumentu okrenuta, ne pravi nikakove smetnje kod rada. Iza vrlo kratkog vremena svaki inženjer ili tehničar, koji na polju radi instrumentom, potpuno se u to uživi.

Instrumenat mora biti rektificiran prije početka rada s njime.

Kako se razni instrumenti rektificiraju za stanovite radove, nalazimo u »Osnovi geodezije II« od dr. N. Neidhardta, u knjižici: »Rektifikacija i upotreba geodetskih instrumenata od ing. Aleksandra Kostića — biblioteka »Geometar«, sv. 3. Beograd 1931. god., u geod. priručniku I. dio — Zagreb 1948. i drugdje.

Redovito uz svaki instrumenat priložena je uputa, kako će se on rektificirati, (a to nalazimo i u svim drugim geodetskim priručnicima). Svaki inženjer i tehničar, koji radi ovakove radove na terenu, mora da je u to upućen.

Tahimetar služi za istodobno mjerenje horizontalnih kutova, dužina i visina za svaku točku, koju hoćemo da snimimo u odnosu prema stajalištu, sa kojega snimamo teren, a ta stajališta su ili točke poligona, sa kojega snimamo teren, ili su na taj poligon povezane. Dužine mjerimo optičkim putem, kako je već prije navedeno, horizontalni položaj određujemo polarnom metodom očitavši horizontalni kut, koji taj smjer zatvara prema utanačenom poznatom pravcu. Horizontalnu dužinu i visinsku razliku računamo pomoću vertikalnog kuta i očitane kose dužine. Kako je prije spomenuto, predpostavka za točan rad jest, da je instrumenat dobar i rektificiran, a kad smo to ustanovili, započinjemo radom postavljanjem instrumenta na određeno stajalište, njegovim centriranjem i horizontiranjem. Nakon toga izmjerit ćemo visinu instrumenta »*I*«. Ovo ne smijemo nikako zaboraviti, jer snimka bez izmjerene visine instrumenta »*I*«, t. j. visinske razlike između njegove horizontalne osi i kolca, kojim je obilježeno stajalište, ne bi vrijedila. U takovu slučaju ne bismo mogli ustanoviti apsolutne visine snimljenih točaka, koje se sve odnose prema apsolutnoj visini stajališta.

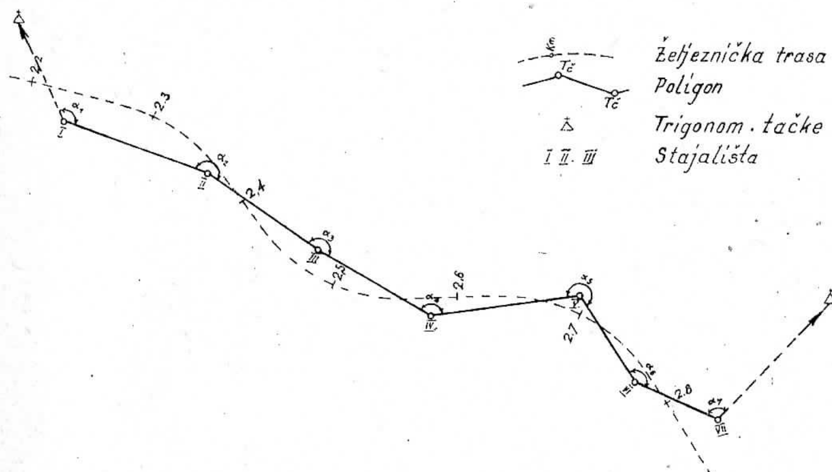
Stajalište i	Vizura	Očitanje na letvi g / d	d. ostatak	sredina l	d. ostatak	Δ = d-g	d. ostatak	S = 100Δ+k	Vertikalni kut φ °	'	Horizontalni kut α °	'	s = S cos²φ	Δh = ½S sin 2φ	d. ostatak	Δh-l	d. ostatak	Nadmorska visina H	d. ostatak	Bilješke (Instrument, vrijeme, opažač i sl.)
⊙125 i=1,26	⊙126										237	06								živi kamen; 1,20
	⊙124	2100 / 3355		2702		125,5					55	03						(68,12)		
	1	2300 / 2618		2459		31,8			357	02	12	02	31,6	−1,64		−4,10		64,02		K⊙125 = 66,86
	2	2700 / 2938		2819		23,8			356	57	338	12	23,6	−1,26		−4,08		64,04		i = 1,26; Hv = 68,12
	3	2300 / 2570		2435		27,0			356	56	291	14	26,8	−1,44		−3,88		64,24		
	4	2100 / 2474		2287		37,4			358	28	266	44	37,2	−1,00		−3,29		64,83		
	5	1500 / 1924		1712		42,4			4	23	195	00	42,1	+3,23		+1,52		66,60		
	6	1500 / 1772		1636		27,2			4	12	190	12	26,9	+1,98		+0,34		67,78		
	7	1800 / 1894		1847		9,4			4	04	190	55	9,3	+0,66		−1,19		66,93		
	8	2300 / 2763		2531		46,3			5	44	169	20	45,8	+4,59		+2,06		66,06		
	9	2300 / 2622		2461		32,2			6	09	150	11	31,8	+3,42		+0,96		67,16		
	10	3200 / 3670		3435		47,0			5	43	136	19	46,4	+4,64		+1,20		66,92		
	⊙126										237	07								
	⊙124										55	04								

Sl. 73. Uzorak zapisnika za tahimetriranje

Sve očitane vrijednosti unose se u odnosni zapisnik tahimetarskih snimanja. (Sl. 73.).

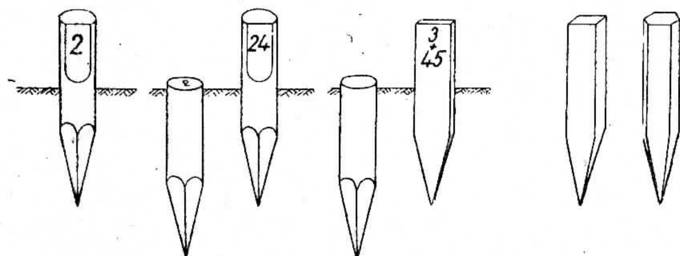
Za tahimetarsko snimanje terena trebamo:

1. Univerzalni instrument, koji ima horizontalni krug za očitanje horizontalnih kutova i vertikalni krug za očitanje vertikalnih kutova. Osim toga mora da ima dalekozor (durbin) sa jednom vertikalnom i tri horizontalne niti. Mogu da budu i tri vertikalne niti, ako se radi u čistom terenu horizontalnom letvom. (Sl. 97a i b i sl. 99.).



Sl. 74. Poligon

2. Vertikalnu letvu 3—4 metra dugu, po mogućnosti na preklop, sa razdiobom na cm, ili horizontalnu letvu, koja odgovara upotrebljenom instrumentu. Uz letvu trebamo doznu libelu ili visak za njezino postavljanje u vertikalni (horizontalni) položaj. (Sl. 87a, b i c).



Sl. 75. Kolci za označivanje točaka na terenu

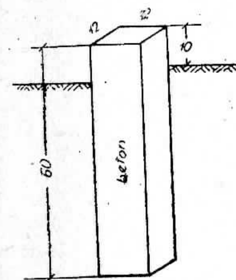
3. Knjižicu (zapisnik) sa križaljkama i potrebnim rubrikama na dvije stranice zapisnika (slika 73.).

4. Kolce, klince, bat sa željezom za pravljenje rupa pred zabijanjem kolca, suncobran, mjeraću vrpcu, nekoliko vizurnih štapova (trasirka),

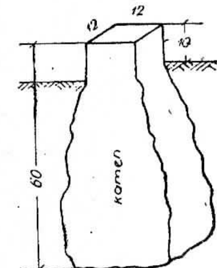
blok papira veličine cca 20/30 cm ili veći, koji služi ujedno kao podloga za skiciranje terena i unošenje snimljenih točaka (kroki). Blok sa listovima valja pričvrstiti sa dvije vrpce od gume, da se skice ne izgube i da ih vjetar ne okreće.

1. POLIGONI I SNIMKA TERENA

Ovako opremljeni izićemo na teren. Najprije se moramo na terenu orijentirati i na karti (sekcijskoj ili topografskoj i sl.) utvrditi položaj trase na terenu, pak u njezinoj blizini izabrati i utvrditi točke poligona i numerirati ih rimskim brojevima ili velikim slovima alfabeta (sl. 74.).

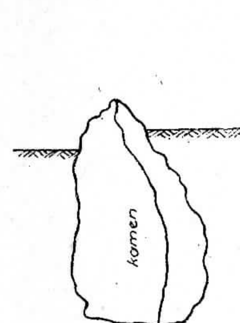


Sl. 76. Točka u zemlji iz betona

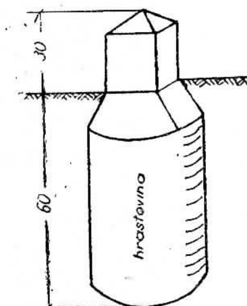


Sl. 77. Točka od kamena

Poligon je kostur (temelj) naše snimke. Sa svake točke poligona mora da se vidi barem jedna točka pred njom (ili orijentacija) i ona iza nje. Osim toga nastojat ćemo, ako bude moguće, da barem po nekoliko poligonskih točaka usmjerimo prema nekoj udaljenijoj orijentaciji (vrh kuće,



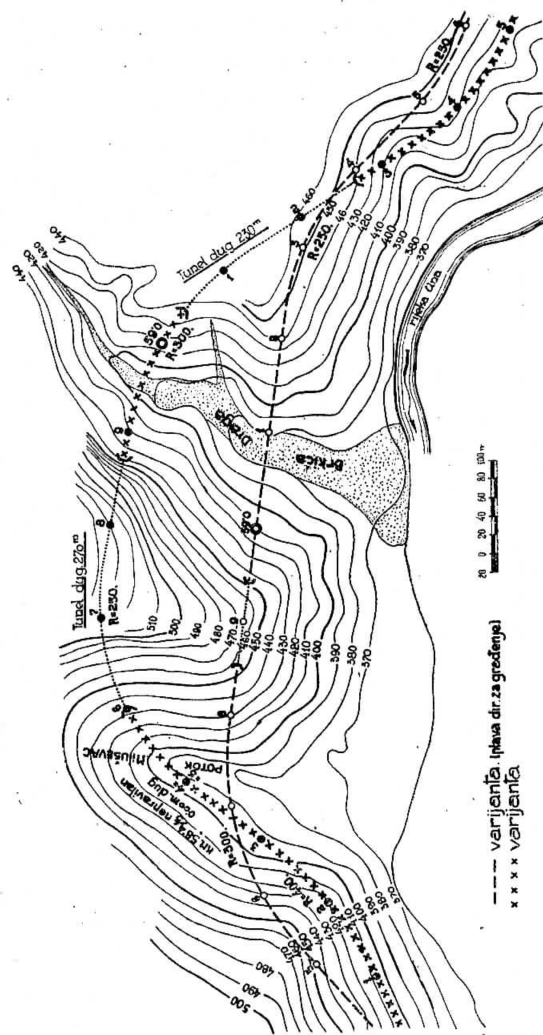
Sl. 78. Točka označena kamenom



Sl. 79. Točka označena stupićem od hrastovine

kakav stup, toranj i sl.). Prema važnosti svake točke poligona i njezinoj potrebnoj trajnosti označit ćemo na terenu svaku poligonsku točku, bilo kocima od tvrdog drveta, koji ne će brzo istrunuti, ili kamenom, betonom i sl., usađenim u zemlju, a da malo iz nje proviruje (sl. 75.).

Ovo kolje, ako je drveno, treba zabiti u zemlju, da iz nje viri do 1 cm. Ako viri više, prolaznici se spotiču o kolje i uništavaju ga, a i djeca igrajući se povade ga. Svaki kolac valja označiti brojem, najbolje na jednom sraslom kamenu, na stablu, ako ga ima u blizini, ili na jednoj pločici. Ako smo u ravnici, gdje kamena nema, zatući ćemo uz kolac daščicu i na njoj bojom napisati oznaku kolca, ali ovakove daščice brzo nestanu ili istrunu.



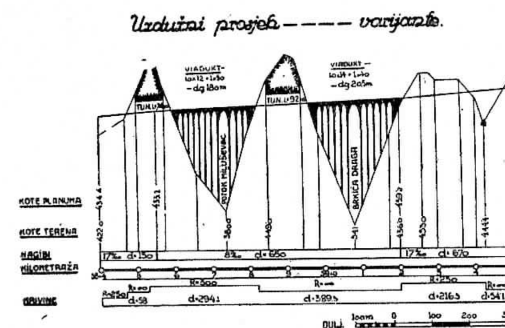
Sl. 80. Potok Miljuševac i Brkića Draga na Unskoj pruzi. — Situacija

Ako poligon mora dugo da izdrži, a drvo bi istrunulo, za razne točke upotrebit ćemo kamen ili beton, prema slici 76., 77., 78. i 79.

Na skici, na slobodnom prostoru, valja opisati mjesto točaka poligona i unijeti ih u poseban zapisnik.

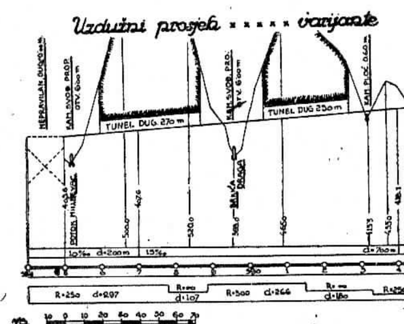
Kolci treba da samo malo proviruju iz zemlje i valja ih obojiti uljenom bojom (crveno), a i opis svake točke vrši se također crvenom uljenom bojom, jer se u prirodi crvena boja dobro opaža.

Nakon što su na terenu utvrđene i označene točke poligona može da započne snimanje terena.



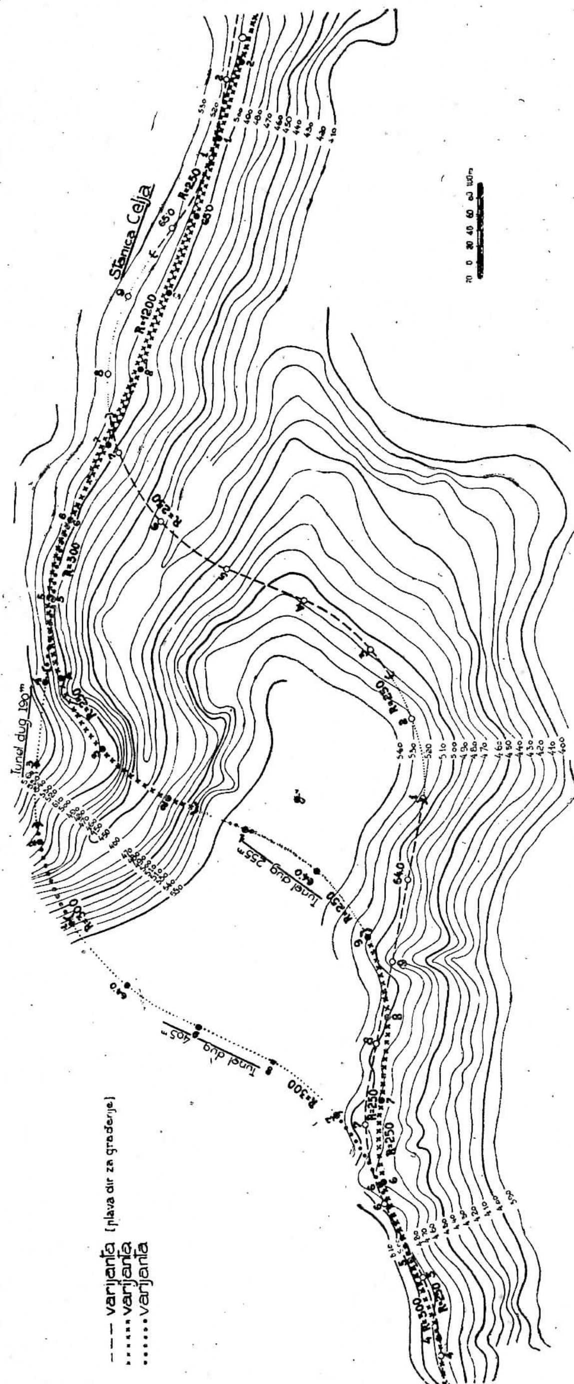
Sl. 81. Uzdužni profil po gen. projektu

Snimke terena nam služe za utvrđivanje visinskih razlika i za crtanje situacije (tlocrta) tla, na kome želimo izvesti građevinu i na toj situaciji, t. j. u slojnom planu ćemo izraditi projekat. Zato nam ona mora da što vjernije prikazuje teren na tom mjestu. Na toj snimci i u situaciji imat ćemo odnos svake točke i terena u horizontalnom smislu po položaju, a u



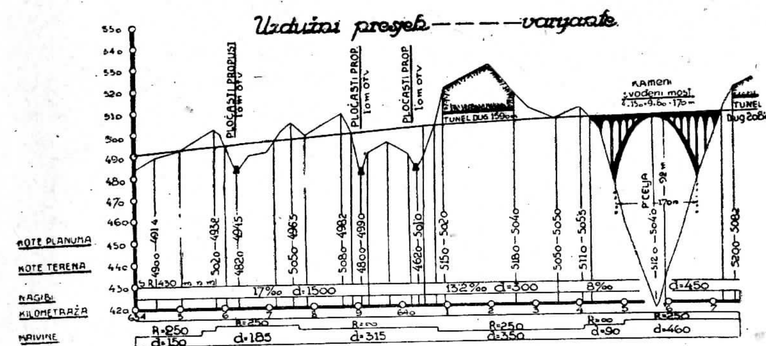
Sl. 82. Uzdužni profil po novoj trasi

vertikalnom po njezinoj koti, dotično po izvučenim slojnicama, t. j. za svaku točku imat ćemo odnos između točaka terena među sobom i u odnosu na stajalište — točku poligona, — čiji nam je položaj i apsolutna visina poznata. Teren se snima na oko 100 m širine sa svake strane poligona. U ravnom terenu snimka je šira, a kod dolina još šira, osobito kod nosova i dubokih draga (uvala), snimka mora biti šira, jer se nos može probiti tunelom i trasa izići izvan snimke. Ona mora da omogući pomicanje trase desno i lijevo za iznalaženje najpovoljnije.

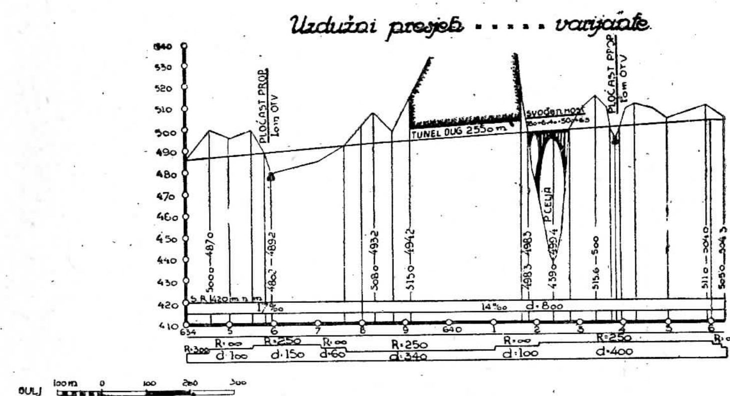


Sl. 83. Potok Celja na Unskoj pruzi. — Situacija

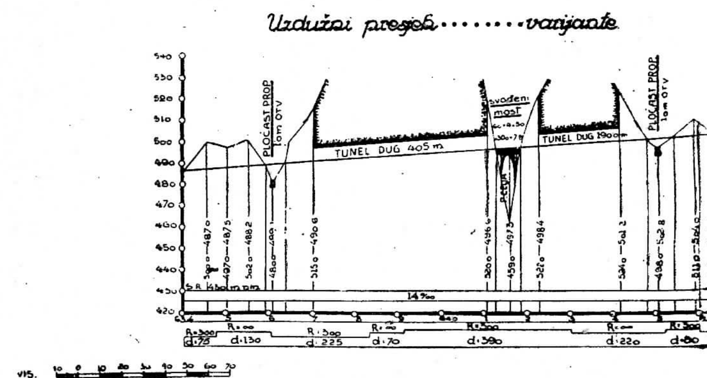
Detaljna situacija (Potok Celja).



Sl. 84. Uzdužni profil premošćenja potoka Celja, po generalnom projektu



Sl. 85. Uzdužni profil premošćenja potoka Celja, I. nova trasa

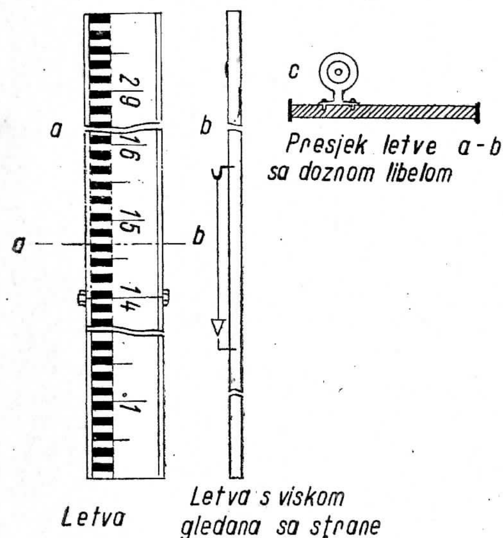


Sl. 86. Uzdužni profil premošćenja potoka Celja, II. nova trasa

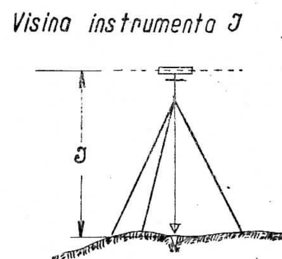
To vidimo iz slijedećega:

Slika 80. prikazuje situaciju potoka Miljuševca i Brkića Drage na Unskoj pruzi. Sl. 81. predstavlja uzdužni profil crtkane trase položene u Direkciji za građenje novih željeznica, a sl. 82. onaj ispravljene trase označene križićima kojom je ušteđeno 26 milijuna dinara, što se ne bi bilo moglo izvršiti da je snimka bila uska.

Na sl. 83. prikazana je uska dolina potoka Celja. Prema prvoj nedovoljnoj snimci bila je u Direkciji za građenje položena crtkana trasa kojoj odgovara uzdužni profil na sl. 84. Na kraju snimke je položena križićima označena trasa (sl. 85.) koja je povoljnija od prve, ali nije zadovoljila. Naknadno je dosnimljen uzvodno teren i položena je treća točkicama označena trasa (sl. 86.) mnogo povoljnija i od druge. Mjesto ogromnog vijadukta na sl. 84. od 92 m visine i glavnog otvora raspona 170 m, predviđen je bio vijadukt od 38 m visine i 30 m raspona (sl. 86.) i ušteđeno oko 19 milijuna dinara. (Vidi Ing. J. Alačević, Unska pruga, Zagreb 1930.).



Sl. 87. Vertikalna letva sa razdiobom na cm
Sl. 87a. Vertikalna letva pogled
Sl. 87b. Vertikalna letva sa strane sa viskom
Sl. 87c. Vertikalna letva, presjek sa doznom libelom

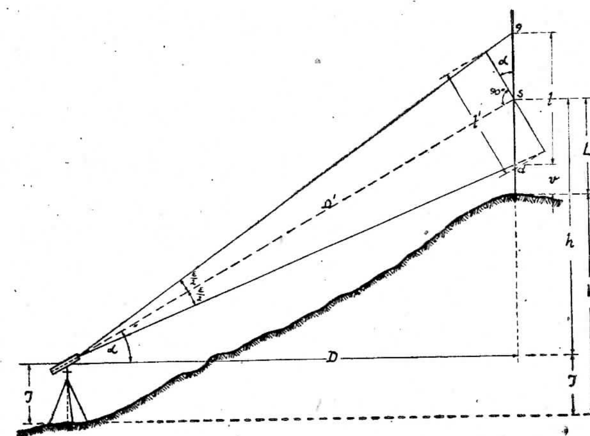


Sl. 88. Visina instrumenta I

Snimanje točaka vrši se tako, da se rektificirani instrumenat postavi na točku stajališta (poligona) »*X*«, horizontira se pomoću unakrsnih libela, izmjeri se visina instrumenta »*I*« (sl. 88.) i unese u protokol. Iza toga upravimo durbin, t. j. njegovu vertikalnu nit na prethodnu točku poligona i na jednu točku orijentacije, očitamo horizontalni kut i unesemo ih u bilježnicu. Za svaku točku, koju hoćemo snimiti, postavimo na nju letvu (sl. 87a) t o č n o v e r t i k a l n o, pomoću viska ili dozne libele (slika 87 b i c), koji su na njoj pričvršćeni i viziramo u pravcu letve, očitamo horizontalni i vertikalni kut i odrezak na letvi i sve te vrijednosti unesemo u bilježnicu (protokol).

Razlika između očitanog horizontalnog kuta za ovaj smjer na limbusu i prije očitanog horizontalnog kuta prema smjeru orijentacije ili bilo koje druge točke, daje nam kut, koji zatvaraju ta dva smjera. Orijentaciju prema sjeveru dobivamo kod instrumenata, koji imaju busolu.

Da dobijemo daljinu od stajališta do snimane točke, moramo oštro postaviti donju nit (u instrumentu gornju nit) na jedan ravan broj *m* ili *dm*, na pr. *1.0, 1.5, 1.7, 2.0* i t. d. pak točno očitati na *mm* gornju nit (donju u instrumentu). Postupi li se ovako, očitanje će biti točnije i lakše je računanje. Pomoću toga odreska između donje i gornje niti »*l*«, t. j. razlike između ta dva očitanja, dobit ćemo kosu udaljenost između sredine instrumenta i odreska na letvi »*l*«, označenu sa $D' = Kl + k$, a iz nje horizontalnu udaljenost *D* (vidi sl. 89.).



Sl. 89. Točno računanje dužine *D* i visine *h*

Kosu dužinu *D'* dobili bi po formuli

$$D' = Kl' + k,$$

gdje je K = multiplikaciona a k = adiciona konstanta.

Multiplikaciona konstanta je obično 100, a adiciona između 0.30 do 0.50 m. Kod svakog instrumenta na kutiji obično su zabilježene njihove vrijednosti. Kod novih instrumenata, koji imaju durbin sa unutrašnjim fokusiranjem, t. j. kod kojih se kod dotjerivanja oštrine slike letve dužina durbina ne mijenja, adiciona konstanta jednaka je nuli.

Iz očitanog odsječka na letvi dobit ćemo

$$l = g - d$$

$$l' = l \cdot \cos \alpha$$

te će kosa dužina D' biti jednaka

$$D' = K \,.\, l \,.\, \cos\alpha + k,$$

a horizontalna dužina D bit će

$$D = D' \,.\, \cos\alpha = (K \,.\, l \,.\, \cos\alpha + k)\, \cos\alpha$$

Ako i adicionu konstantu u gornjoj formuli pomnožimo sa $\cos\alpha$, dobit ćemo formule koje se u praksi upotrebljavaju

$$D = (K \,.\, l + k) \,.\, \cos^2\alpha$$

Visinsku razliku između visine srednje niti na letvi i horizonta kroz horizontalnu osovinu durbina dobit ćemo prema sl. 89.

$$h = D' \,.\, \sin\alpha = (K \,.\, l \,.\, \cos\alpha + k) \,.\, \sin\alpha$$

i ako i ovdje pomnožimo adicionu konstantu k sa $\cos\alpha$ dobivamo

$$h = (K \,.\, l + k) \,.\, \sin\alpha \,.\, \cos\alpha = (K \,.\, l + k)\ \tfrac{1}{2} \sin 2\alpha,$$

a visinsku razliku između točaka, t. j. stajališta instrumenata i snimane točke dobit ćemo prema sl. 89.

$$V = h + I - L = (K \,.\, l + k) \,.\, \tfrac{1}{2}\, 2 \sin\alpha + I - L$$

Osim toga moramo očitati horizontalni kut za taj smjer, kao i vertikalni kut na vertikalnom krugu, t. j. kut naklona vizure prema horizontali i upisati, da li je + ili —. Kod nekih instrumenata očitava se kut, koji vizura zatvara prema vertikali (zenitu). Sve te očitane vrijednosti valja točno ubilježiti u određene rubrike protokola snimanja. Pomoću vertikalnog kuta računa se horizontalna dužina D i razlika visine od horizontalne ravnine kroz os instrumenta do sjecišta vizurne osi na letvi. (Sl. 89.).

Primjer čitanja:

Ako je očitanje gornje niti (donja u instrumentu)	= 1.768
donje niti (gornja u instrumentu) v	= 1,5
onda je njihova razlika, t. j. odrezak na letvi	l = 0.268 m

Ako ovaj odrezak l pomnožimo sa velikom multiplikacionom konstantom $K = 100$ i tome pridodamo malu adicionu konstantu $k = 0.30$ do 0.50 m, dobit ćemo dužinu D'. Kod svakog instrumenta, u njegovoj kutiji, je zabilježena njegova konstanta K i k.

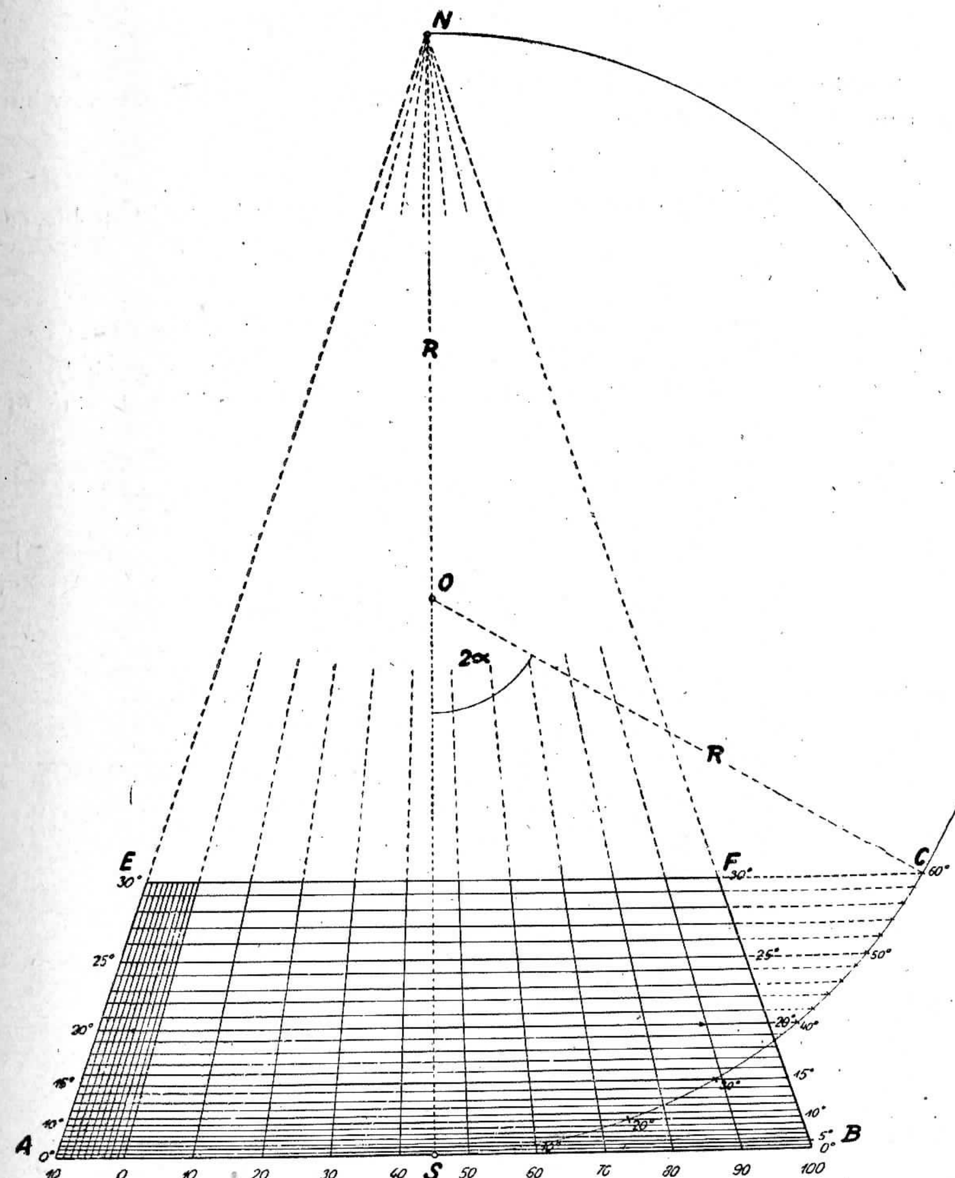
$$D' = K \,.\, l + k = 100 \,.\, 0.268 + 0.30 = 27.1 \text{ m},$$

a horizontalna dužina bit će:

$$D = D' \,.\, \cos\alpha = 27.1 \,.\, \cos\alpha \qquad *)$$

$$h = (K \,.\, l + k) \,.\, \tfrac{1}{2} \,.\, \sin 2\alpha \qquad *)$$

*) ove vrijednosti su približne, ali dovoljno točne.



Sl. 90. Grafikon za tahimetarsko računanje

Visinu srednje niti (vizure) na letvi od terenske točke $n = L$, dobit ćemo ako očitanju donje niti v, u gornjem slučaju 1.5 m, pridodamo 1/2 očitanja l. Ovu visinu L trebamo kod računanja visina za svaku točku.

$$L = v + \frac{l}{2} = 1.5 + \frac{0.268}{2} = 1.634\text{m}$$

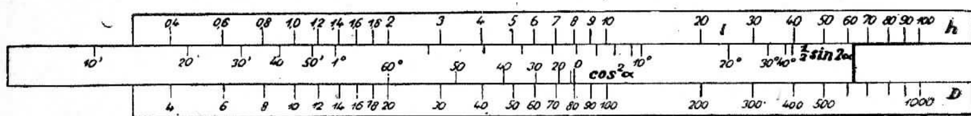
Razliku visine srednje niti od horizontalne ravnine kroz osovinu instrumenta h dobit ćemo:

$$h = D\, tg\, \alpha,$$

a razlika visine V između stajališta »X« i terenske točke n bit će

$$V = D\, tg\, \alpha + I - L$$

Vrijednosti D i h za svako čitanje, t. j. za svaki odrezak na letvi i za svaki vertikalni kut, možemo izračunati po gornjim obrascima, ali bi to bilo jako dangubno. Mjesto računanja upotrebit ćemo tablice Jordan ili



Sl. 91. Logaritmar za tahimetarsko računanje

kakve slične, ili grafikone (sl. 90), a mogu se izračunati i sa tahimetričnim logaritmičkim pokretnim računalom — logaritmarom. Sl. 91.

m. OPTIČKO MJERENJE DUŽINA I VISINA (PO REICHENBACHU)

Ovisno o položaju točke prema stajalištu, dotično prema samom instrumentu, opažanje i očitavanje vrijednosti bit će različito, i to:

Ove oznake vrijede za sva opažanja:

D' = kosa udaljenost instrumenta i letve
D = horizontalna udaljenost instrumenta i letve
α = kut naklona vizure
V = visinska razlika stajališta X i točke n terena
h = visinska razlika visine srednje niti S na letvi i horizontalne osi instrumenta
v = visinska razlika donje niti i točke n terena
l = odrezak na letvi u cm
$(v + \frac{l}{2}) = L$ = razlika visine srednje niti i točke n terena.

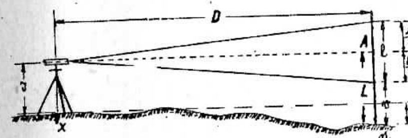
Nas zanima, da ustanovimo visinsku razliku između stajališta X, čija nam je kota poznata i svake snimljene točke n terena. Ako ovu razliku + ili — pribrojimo koti stajališta, dobit ćemo kotu svake pojedine točke.

a) vizura horizontalna (Sl. 92.).
Vertikalni kut $\alpha = 0^0$, $h = 0$

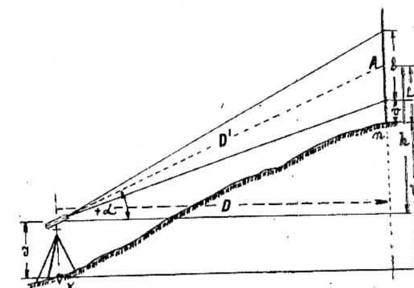
$$D = K \cdot l + k \qquad V = v + \frac{l}{2} - l$$

V = visinska razlika stajališta X i točke n terena.

Kod ovog slučaja, t. j. kod čitanja sa horizontalnom vizurom je $h = 0$ i očitat ćemo visinu srednje niti u tom horizontalnom položaju instrumenta. Kod očitanja l namjestit ćemo donju nit (gornju u instru-



Sl. 92. Mjerenje daljine D-vizura horizontalna



Sl. 93. Mjerenje daljine D-vizura gore

mentu) na jedan ravan broj m ili dm zbog točnijeg čitanja i jednostavnijeg računanja, a gornju nit ćemo očitati točno na mm. Ovo malo odstupanje od horizontale ne će imati nikakva utjecaja na dužinu D.

b) vizura gore (sl. 93.).
Vertikalni kut α je + (pozitivan)

$D = D' \cdot \cos\alpha = (K \cdot l + k) \cdot \cos\alpha$.

Ovo bi bilo točno, kada bi mjesto l uzeli $l \cdot \cos\alpha$, t. j. okomicu na vizuru kroz točku S.

Prema tome je:

$D = D' \cdot \cos\alpha = K \cdot l \cdot \cos^2\alpha + k \cdot \cos\alpha$, a ako i adicionu konstantu k pomnožimo sa $\cos\alpha$, dobit ćemo $D = (K \cdot l + k) \cdot \cos^2\alpha$, koja se u praksi upotrebljava.

$h = K \cdot l \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha + k \cdot \sin\alpha$,

$h = D' \cdot \sin\alpha$, odnosno

ali budući da je $2\cos\alpha \cdot \sin\alpha = 2\sin\alpha$, odnosno $\cos\alpha \cdot \sin\alpha = \frac{1}{2}\sin 2\alpha$,

to je:

$$h = K \cdot l \cdot \frac{1}{2}\sin 2\alpha + k \cdot \sin\alpha, \text{ a}$$

$$V = h - (v + \frac{l}{2}) + J$$

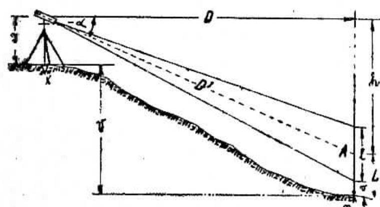
c) vizura dolje (Sl. 94.).

Vertikalni kut α = — (negativan)

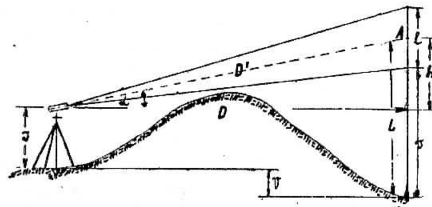
Vrijednost za D dobit ćemo kao pod b)

$$V = h + (v + \frac{l}{2}) - I.$$

Zbog točnijeg očitanja odreska l valja nastojati, da se donja nit uvijek postavi na jedan ravan broj m ili dm, jer je postavljanje oštrije, a gornju nit očitati na mm.



Sl. 94. Mjerenje daljine D-vizura dolje



Sl. 95. Mjerenje daljine D-vizura preko grbe

d) vizura preko jedne uzvisine (sl. 95.).

Vertikalni kut može da bude + ili —, a prema tome računamo D

$$V = (v + \frac{l}{2}) - h - I.$$

Za očitanja vrijednosti sa instrumenta na terenu, uvježbat ćemo koju pomoćnu silu. Od instrumenta smije da se vidi razdioba samo one letve koja se očitava, a ostale moraju biti okrenute od istrumenta. Pisanje očitanih brojki u razne rubrike bilježnice obavlja jedan radnik, sa jasnim rukopisom, a ujedno on pazi na suncobran, da se instrument ne zagrijava nejednako. On daje zviždaljkom znak nakon očitanja letve, da radnik okrene očitanu letvu i pođe do slijedeće točke. Ujedno je to znak drugom radniku da svoju letvu okrene prema instrumentu. Nakon očitanja letve i zabilježbe vrijednosti za gornju i donju nit u zapisniku upiše se vrijednost horizontalnog i vertikalnog kuta.

n. SKICA TERENA

Uz snimanje terenskih točaka tahimetrijskim putem valja voditi i skicu terena (kroki), u koju se unose od oka po njihovu položaju i broju sve točke, koje se snimaju, u što pravilnijem odnosu jednu od druge: sve putove, jarke, vododerine, kuće i t. d. uopće sve što čini situaciju snimljenog terena, a sve u odnosu prema stajalištima instrumenta na tom listu skice. Stajališta se označuju drugim brojevima od terenskih točaka, na pr. rimskim brojevima, velikim slovima alfabeta i sl. Svi brojevi, kojima su označene pojedine točke u zapisniku, moraju odgovarati istoj točki na skici i na terenu. Osobito je važno, da kutovi, koje među sobom zatvaraju stranice poligona, kao i njihove dužine, budu točno očitani, jer je to temelj snimke. Zato se preporuča, da se u svakom pravcu straga i sprijeda očitaju barem dva smjera, a i orijentaciju na jednu udaljenu točku: toranj, visoki dvorac i sl., koja se točka vidi sa više stajališta. Ovo je osobito važno, ako polažemo samo poligonski vlak, a ne polažemo triangulacionu mrežu, kod zatvaranja koje bi se ustanovila pogreška. Kod manjih pogrešaka u mreži one se izjednačuju. Ako nemamo orijentacione točke, onda ćemo zbog kontrole sa svakog stajališta uzeti barem po dvije vizure na prethodno i slijedeće stajalište (drugu s okrenutim instrumentom).

Skicu vodi uvijek iskusan inženjer ili tehničar i on određuje figurantu mjesto, gdje će stati sa letvom. Odabiru se za snimanje sve one točke, koje karakteriziraju teren i lomove u njemu: gornji i donji rub kosih padina terena, pristava, zidova, granice parcela, rubovi i križanja putova i vodotoka, kuće, obori, ograde i t. d. Figurante valja uputiti, gdje će postavljati letve.

o. OČITAVANJA SA INSTRUMENTOM

a) Na letvi se očitava gornja, srednja i donja nit i unosi se u zapisnik u za to određene rubrike, ali valja paziti, da razlika gornje i donje niti od srednje bude uvijek jednaka. Ako to nije, čitanje je pogrešno;

b) Horizontalni kut na horizontalnom krugu;

c) Vertikalni kut na vertikalnom krugu, sa oznakom da li je + ili —.

Kod čitanja postavit ćemo uvijek srednju, a još je bolje, kako je već prije napomenuto, da postavimo donju nit (gornju u instrumentu) na ravan broj 1.0, 1.5, 2.0 . . ., ali moramo paziti, da nam druge dvije siječku letvu. Kad god bude moguće, nastojat ćemo, da vizura bude horizontalna, jer otpada računanje. Kod dalekih vizura, gdje jedna nit prelazi letvu, čitamo samo dvije niti, i to očitanje množimo sa 2, jer smo dobili polovicu »l«. Ovo samo kod terenskih točaka manje važnosti.

U zapisniku imamo:

1. očitanu dužinu l, koja je jednaka razlici između donje i gornje niti;

2. izračunanu dužinu D', koja je jednaka očitanom odsječku l pomnoženom sa velikom konstantom K više malu konstantu k. Kod svih novijih instrumenata je velika konstanta K jednaka 100, dok mala varira između 0.30 do 0.50 m, a ima instrumenata, kod kojih je jednaka 0. (Porrov anallaktički instrumenat). U »Osnovi geodezije II.« od dr. Neidhardta i Geodetskom priručniku I., Zagreb 1948., sadržane su upute, kako će se odrediti

velika konstanta *K* i mala *k* ukoliko one nisu označene na instrumentu i *K* nije ravna 100. Kod svakog daljinomjera u njegovoj kutiji ili u uputama, koje priležе, označeno je, kolike su konstante *K* i *k*.

Letva kod očitanja mora biti v e r t i k a l n a. Kad vertikalna nit siječe letvu na polovicu, onda je ona u vertikalnoj ravnini kroz vizurnu os, ali od instrumenta ne vidimo, da li je letva v e r t i k a l n a i u smjeru pod 90°, t. j. okomito na horizontalnu ravninu kroz horizontalnu os durbina. Kad to ne bi bilo, očitanja bi bila pogrešna, a osobito kod većeg kuta naklona, t. j. kod jače nagnutog terena.

Srednja pogreška kod postavljanja letve iznosi otprilike:

Kod postavljanja letve od oka,	kut prema vertikali je	=	2°20′
„ „ „ pomoću viska	„ „ „	=	1°20′
„ „ „ pomoću dozne libele	„ „ „	=	0°25′
„ „ „ „ „ „ i podupirača		=	0°05′

Kako je ranije spomenuto, računanje horizontalnih dužina *D* i visina *h* za svaku točku bilo bi vrlo dangubno, pak za to upotrebljavamo tablice Jordan ili druge, pomoću kojih dobivamo vrijednost $D' \cdot \cos^2 \alpha$ i $D' \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin 2\alpha$, a možemo da ih dobijemo i pomoću logaritmara (sl. 91.) ili grafikona (sl. 90.). Njihov opis i način upotrebe nalazimo u »Osnovi geodezije II.« od dr. Neidhardta i u drugim priručnicima.

p. INSTRUMENTI ZA TAHIMETRIRANJE

Ima ih starijih i novijih. Od starijih su Starke & Kammerer, R. & A. Rost, Neuhöfer & Sohn i mnogi drugi. Noviji instrumenti su mnogo bolji i praktičniji i to: Hammer-Fennelovi, Breithauptovi, autoredukcioni »Dahlta« i Kernovi, Zeissovi, Wildovi, Fričovi, Boshardt-Zeissovi i dr. Ali prema novijim su i starije tvornice usavršile svoje novije intrumente.

LOGARITMIČKA LETVA. Koncem 70-tih god. pr. stoljeća, vrsni geodet A. Tihy izumio je način za snimanje terena pomoću posebnog instrumenta i logaritmičke letve s razdiobom na trokutiće, prikazanoj na slici 96., ali je njezina praktična primjena počela tek početkom ovog stoljeća. Danas ona ima samo povijesnu vrijednost. On je kroz decenije proučavao način za snimanje terena optičkim putem i dokazivao praktičnost ovakova rada, ali je dugo trajalo, dok se uvidjela njegova prednost. Njegova letva je nejednako, t. j. logaritmički razdijeljena. Jedna se nit postavi točno na 0, a očitava se druga nit, i to se očitanje bilježi u protokol. Daljina, dotično njezin logaritam, mjeri se mikrometričnim vidnim kutom, koji je stalan i neovisan od udaljenosti letve, tako da su očitanja na letvi za bliže točke manja, a za dalje su očitanja veća. Dalekozor (durbin) omogućuje

točno očitanje letve i daje logaritam udaljenosti pomoću stalnog mikrometarskog vidnog kuta i logaritmičke letve.

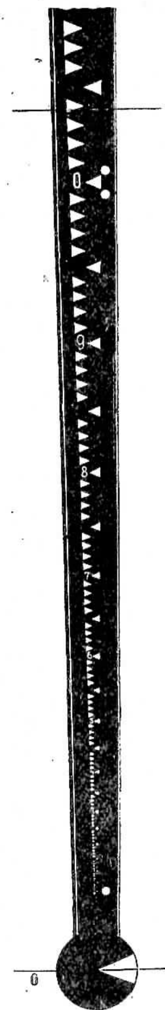
U novije doba imamo drugih savršenijih instrumenata za optičko mjerenje kosih dužina, njihovo reduciranje na horizontalnu dužinu i određivanje visinskih razlika.

Prema već spomenutom vidimo, da imamo dvije vrste instrumenata za mjerenje dužina, i to: daljinomjere sa promjenljivim i daljinomjere sa konstantnim paralaktičkim (vidnim) kutom. Isto tako ima instrumenata sa horizontalnim nitima, kod kojih se upotrebljava vertikalna letva, koja se pomoću viska ili dozne libele lako postavlja vertikalno, a ima i instrumenata s vertikalnim nitima i horizontalnom letvom, koju je teško zadržati u takvom položaju i zato mora da ima posebne naprave — noge — a može se upotrebiti samo u čistom terenu. Ona je ipak pogodnija od vertikalne, kod koje svako i manje odstupanje od vertikale daje pogrešna čitanja, što može da bude i od refrakcije zbog nejednake gustoće zračnih slojeva. Ova mora biti postavljena okomito na vertikalnu ravninu kroz smjer vizure.

Zbog gornjih nedostataka kod novijih i točnijih daljinomjera, upotrebljava se u vidljivom terenu sve više horizontalna letva, kod koje se oba kraka vidnog kuta nalaze u istoj visini.

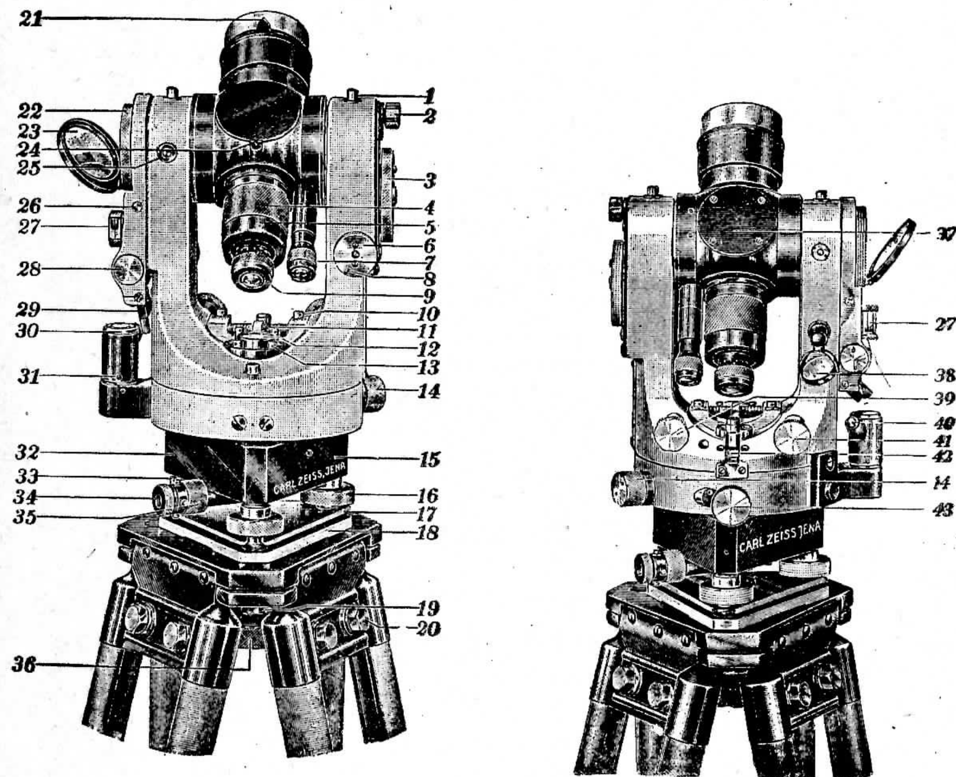
Kod novijih preciznih instrumenata dostignuta je velika točnost u optičkom utvrđivanju dužina i razlika iznosi kod preciznog rada samo dva do tri cm na 100 m.

Navest ćemo neke novije tahimetarske instrumente i njihove osebine i prednosti, a svi se odlikuju velikom preciznosti, jednostavnošću i što su im svi osjetljivi dijelovi pokriveni i zaštićeni od vanjskih utjecaja, od prašine, vlage i dodira, pak su zato mnogo praktičniji od takvih starijih instrumenata.


Sl. 96. Tichijeva logaritmička letva

Tvornica C. Zeiss — Jena, fabricirala je male, lagane, vrlo praktične i precizne instrumente sa savršenom optikom. Kod teodolita II (sl. 97a i b) je alhidada spojena sa nosiocima durbina u jednom zatvorenom šupljem prostoru, te su svi osjetljivi dijelovi: osovine, krugovi, fini vijci, libele, potpuno zaštićeni od vlage, prašine i dodirivanja. Durbin je kraći nego uobičajeno, stalne je dužine i time bolje zaštićen od prašine i vlage. Upotrebom specijalnog homogenog stakla mjesto metala i krugovi su manji.

Podjela na staklu je finija i oštrija, a mikroskopi s većim povećanjem. Svijetlo daje jasnije slike. Mjesto noniusa upotrebljeni su skalni mikroskopi ili mikroskopi s posebnim optičkim mikrometrom, koji omogućuju brzo i pregledno čitanje. Uvećana je točnost dotjerivanja libele, da vrhuni, a opažanje se libele vrši s istog stajališta, s koga se i vizira. Okulari mikroskopa, odnosno lupa (leća) postavljeni su tako, da se očitavaju također s istog stajališta, i otpada obilaženje oko instrumenta, koje može da bude vrelo smetnja i pogrešaka.



Sl. 97. a i b. Zeissov teodolit II.

Mjesto nitnog križa urezane su odnosne crte u staklenu ploču velikom preciznosti i neovisne su od utjecaja vlage i uzduha.

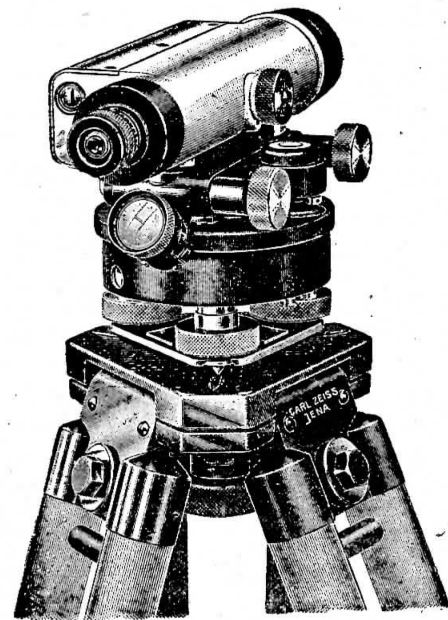
Zeiss-ovi niveliri (sl. 98.) su također maleni i lagani, ali su unatoč tome praktični i precizni. Ima ih više tipova, prema namjeni, za koju služe. Njihove zajedničke oznake jesu:

1. Oni imaju unutarnje fokusiranje. Ploča s urezanim crtama u okularu ima horizontalne daljinomjerne linije, kojih razmak odgovara multiplikacionoj konstanti 100.

2. Veza cijevne libele s durbinom je naročito dobro i čvrsto izrađena.

Zeissov nivelir V. je vrlo jednostavan. Durbin i ležaj libele izliveni su u jednom komadu. Libela se vidi od strane okulara u jednom metalnom zrcalu, koje ujedno zaštićuje libelu da se ne ošteti. Hod podnožnih vijaka može se regulirati, a justiranje instrumenta obavlja se iz sredine.

Zeissov nivelir IV. može da bude sa ili bez horizontalnog kruga. Ako ga ima, može se upotrebiti i za tahimetriranje u ravnom terenu. Očitanje horizontalnog kruga vrši se pomoću lupe odmah ispod okulara. Uvećanje je 10 puta. Točnost do 1′, inače je sličan niveliru V.



Sl. 98. Zeissov nivelir

Zeissov nivelir II. ima sve prednosti gornjega, samo što se može upotrebiti za veće i precizne nivelacije, jer je veći i precizniji. Durbin se može okretati u svom prstenu. Reverziona libela, koje mjehur kod temperatura od -20^0 do $+40^0$ zadržava jednaku dužinu, omogućuje justiranje sa jednog stajališta. Primjenom posebnih preciznih naprava, koje povećavaju točnost čitanja na letvi, omogućena je točnost niveliranja na dužini od 1 km, od cca 1 mm.

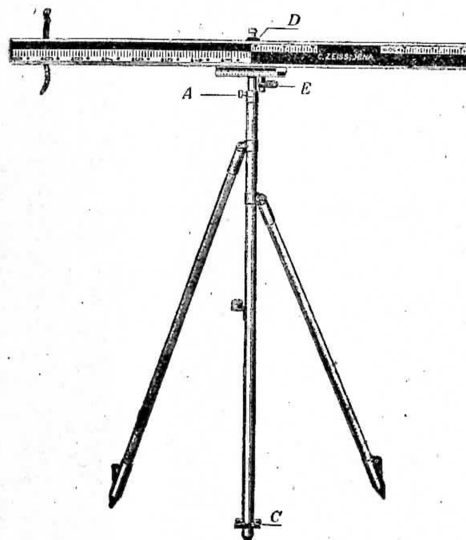
Osim gornjih ima i Zeissov precizni nivelir III.

Zeissovi teodoliti. Ima ih raznih tipova, a njihova su svojstva ova:

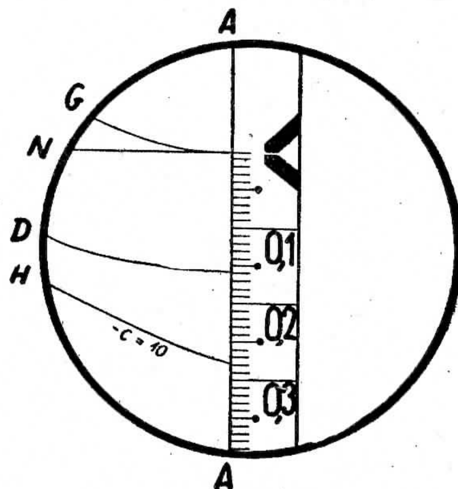
1. Pomicanje horizontalnog kruga vrši se pomoću jedne nove kočnice s membranom. Nemoguća je zamjena vijaka za vrijeme mjerenja. Svi vijci imaju uvijek isti položaj prema opažaču.

2. Za centriranje može se upotrebiti običan visak na jednoj niti ili optičko centriranje.

3. Čitav niz dodataka mogu znatno proširiti upotrebu ovog instrumenta za posebne radove, i to: busola, akromatički daljinomjerni klin, posebna bazisna letva konstantne dužine od 2 m za mjerenje dužina pomoću horizontalnih kuteva ili pomoću horizontalnog tangentnog vijka, nivelaciona libela, pribor za precizno poligoniranje, električno osvjetljenje krugova i vidnog polja durbina, okularne i objektivne prizme i t. d.



Sl. 99. Daljinomjerna letva za »Dimes« pribor



100. Hammer-Fennelov daljinomjer

Tip II. služi za triangulaciju nižih redova, kao i za detaljne operacije, t. j. za točno poligoniranje, točnu tahimetriju i t. d. On je vrlo malen i lagan i potpuno je zaštićen od prašine i vanjskih utjecaja (sl. 97a i b).

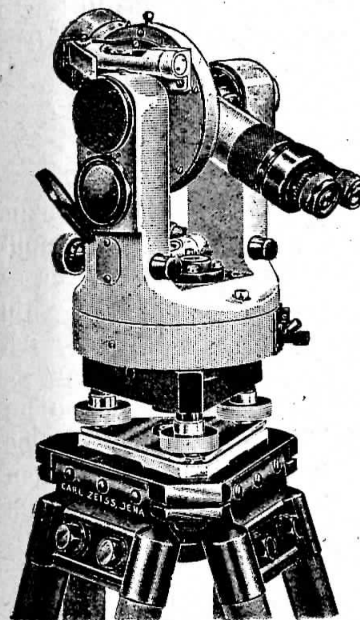
Za viziranje na strmim vizurama služe posebne okularne prizme, kako za durbin, tako i za mikroskop.

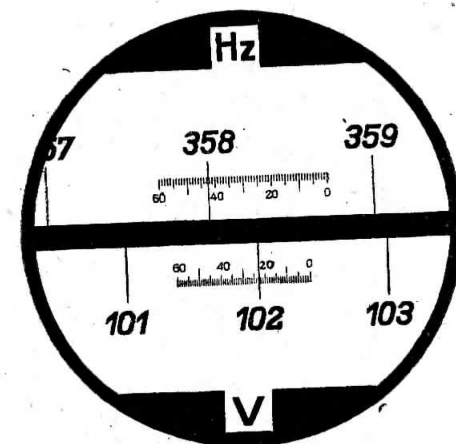
Kao daljinomjer za precizno mjerenje dužina može da posluži na dva načina. S konstantnim vidnim kutom, pomoću posebnog daljinomjernog klina s posebnom letvom. Multiplikaciona konstanta je 100, dok je adiciona nanesena na samoj letvi, pak kod očitanja ne dolazi u obzir. Dužine se mogu mjeriti s horizontalno kao i s vertikalno postavljenom letvom. Za pravilno postavljanje letve u horizontalni položaj služi poseban pribor, kao na slici 99.

Na str. 85. »Osnovi geodezije II.« od dr. Neidhardta, prikazan je način upotrebe Hammer-Fennnelova redukcionog daljinomjera.

Ovaj se pribor (sl. 100.) može iskoristiti i kod polarne metode snimanja s točnim optičkim mjerenjem dužina, kao i za istodobno mjerenje poligonskih stranica i kutova. Mjere se kose dužine, pak očitanu vrijednost kod horizontalne letve valja množiti sa cosinusom, a kod vertikalne sa $\cos^2$ visinskog kuta. Za to se upotrebljavaju posebne redukcione tablice, koje su priložene priboru za mjerenje.

Eventualne griješke u mjerenju kuta rastu s kvadratom dužine. One su od prilike: na 50 m = ± 1 cm, na 100 m = ± 4 cm, na 150 m = ± 8 cm, a na 200 m = ± 16 cm, ali prednost ove metode je, da se mogu mjeriti i veće dužine.


Sl. 101. Zeissov teodolit IV.



Sl. 102. Zeissov teodolit — vidno polje

Točnost se može povećati višestrukim mjerenjem vidnog kuta.

Upotrebom posebnih tablica dužine se određuju prostom interpolacijom.

Zeissov teodolit III. On služi za detaljnu triangulaciju, točnu i običnu poligonizaciju, kao i za ostale detaljne radove.

I kod ovoga su svi fini i osjetljivi dijelovi potpuno zatvoreni i zaštićeni od svih vanjskih utjecaja.

Krugovi su od specijalnog homogenog stakla, kroz koje prolazi svijetlo, a odrazuje ga posebno ogledalo, pak su slike naročito jasne.

U mikroskopu vidimo dva mjesta horizontalnog i jedno mjesto vertikalnog kruga. Najmanji interval podjeljenja je 20′. Okulari mikroskopa i durbina nisu neposredno jedan pored drugoga, ali opažač može da čita oba sa istog mjesta.

Repeticioni uređaj je kao kod tipa II.

Za približno horizontiranje služi dozna libela, a za točno cijevna alhidadna libela, centrično postavljena u okretnoj osi alhidade, i njome se vrši rektifikacija instrumenta.

Visinska libela služi za određivanje mjesta horizonta ili zenita na vertikalnom krugu. Ovo se mjesto određuje viziranjem i čitanjem na jednu točku u dva položaja instrumenta.

Zeissov teodolit IV. On služi za obične detaljne operacije, za poligoniranje i za detaljnu triangulaciju. Treba naglasiti, da geodetska znanost mnogo napreduje, a instrumenti bivaju sve to savršeniji i praktičniji i zato upućujemo na najnoviju geodetsku literaturu, osobito kod nabavke instrumenata.

r. SNIMKE TERENA

Temelj svake terenske snimke je poligonski vlak iskolčen u blizini građevine: željeznice, ceste, kanala i sl., koju se kani izvesti. Točke poligona (stajališta) označene su i utvrđene na terenu i tako odabrane, da se iz njih dobro vidi odsječak terena, koji će se s te točke snimiti. U slučaju da je potrebna šira snimka, da se sa stajališta ne vide neki dijelovi terena, da je potrebno snimiti jednu pobočnu dolinu ili u gustoj šumi, umetnut će se jedna ili više postranih točaka poligona, koje ćemo povezati očitanjem horizontalnog kuta i daljine s jednom ili više točaka glavnog poligona. One se označuju sa *X a, b,* . . ., t. j. brojem točke temeljnog poligona s indeksom *a, b,* . . ., točke na koju je povezana. Ako ustreba položit će se trokutna mreža. Valja nastojati, da kut koji zatvaraju dvije stranice temeljnog poligona ne bude manji od 160°.

Točke poligona označuju se kolcima, a ne trebaju čavla, jer obzirom na mjerilo slojnih planova, nije potrebno sasvim točno centriranje instrumenta. U mjerilu 1 : 1000 (ili još manjem), u kome se prave slojni planovi, 1 *m* = 1 *mm*, a 1 *dm* = 0.1 *mm* što se u tom mjerilu jedva dade nanijeti, a promjer kolca je uvijek manji od *1 dm*. Ako radimo u kamenitom terenu, označit ćemo točke crvenim krugom na nepomičnoj čvrstoj stijeni i ne ćemo zabijati kolje.

Prvo stajalište instrumenta je u točki (stajalištu) *I* (vidi sl. 74., na str. 254.). Iza postavljanja instrumenta treba izmjeriti v i s i n u n j e g o v e h o r i z o n t a l n e o s i o d s t a j a l i š t a *I* (visinu instrumenta) i unijeti u protokol. Prva vizura je prema udaljenoj orijentaciji, koja se vidi s većeg broja stajališta $\overset{+}{\Delta}$ i očitanje horizontalnog kuta za taj smjer. Onda se vizira prema točki *II* poligona, i očita se horizontalni kut. Razlika među njima daje nam kut, koji ta dva smjera zatvaraju. Zatim očitamo odrezak na letvi za niveliranje postavljenoj u toč. *II* poligona i očitamo vertikalni kut. Sve te vrijednosti unesemo u zapisnik. Tako ćemo

dobiti kut α, koji iz toč. *I* zatvara orijentacija sa točkom stajališta *II* i prvo očitanje za udaljenost *I—II*. Letva mora biti vertikalna, što postizavamo pomoću viska ili dozne libele. Sve očitane vrijednosti valja unijeti u protokol (bilježnicu) u posebne rubrike za svako očitanje. Visina instrumenta *I*, izmjeri se tako, da se ustanovi udaljenost horizontalne osi instrumenta od dna srednjeg vijka, kojim je on pričvršćen na stativ, koja je stalna i njoj se pridoda udaljenost od dna vijka do kolca. (Stajališta).

Kod svakog novog stajališta (II. i t. d.) valja izmjeriti visinu instrumenta »*I*« i unijeti je u protokol snimanja ispod oznake stajališta, zatim ćemo vizirati prema orijentaciji i stražnjoj točki *I*, pak prema prednjoj točki III, očitati horizontalne kutove (vizura prema orijentaciji, prema straga i prema sprijeda). Razlika između očitanih vrijednosti kuta, koje zatvaraju te dvije stranice poligona, daje nam horizontalni kut među njima. Iza toga očitanje odreska na letvi i vertikalnog kuta za obje točke, prvo stražnju, pak prednju i unašanje u protokol. Kod svakog novog stajališta opetuje se isti postupak: Viziranje prema orijentaciji, stražnjoj točki, očitanje odreska na letvi i vertikalnog kuta i očitanje horizontalnog kuta, viziranje prema prednjoj točki, očitanje odreska na letvi i t. d. Za svako naredno stajalište isto.

Orijentacija prema *S* (sjeveru), ako instrumenat ima busolu, ili prema kakvoj udaljenoj točki, tornju i sl. preporuča se, ali nije neophodno potrebna.

Na gornji način dobit ćemo dva očitanja za svaku udaljenost. Kod točnog rada razlike ne će biti, ali, ako je malena, uzet ćemo srednju vrijednost; ako li je pako velika, to je znak, da je napravljena pogreška, i očitanje se mora ponoviti. Za naše radove je tahimetarsko određivanje dužina poligonskih stranica i visina (kota) stajališta potpuno dovoljno točno. Zahtijeva li se veća točnost (u gradovima), onda će se horizontalne udaljenosti mjeriti direktno čeličnom vrpcom ili s letvama za mjerenje dužina, a visine će se odrediti nivelmanom.

Nije nužno mjerenje poligona zasebno, pak vršiti snimku terena kasnije. Obje operacije mogu da se vrše ujedno, inače imamo dvostruko namještanje instrumenta i mjerenje poligonskih stranica, što će uzrokovati gubitak vremena, ali kod takva rada imamo bolju kontrolu da horizontalni kutovi i dužine nisu pogrešne, kad se oba očitanja slažu. Zbog kontrole bit će dobro iz svake točke očitati horizontalni kut prema točki orijentacije, jer, ako smo krivo čitali, otkrit ćemo pogrešku. Kad se snima poligon i teren ujedno, ta snimka traje duže vremena, pak će kod dugog stajanja instrumenta ili zbog nejednakog ugrijavanja, instrument nešto promijeniti svoj početni položaj. Zato se preporuča u tom slučaju da se na koncu snimke ponovo očita horizontalni kut, a zbog veće sigurnosti i kontrole i odrezak na letvi, unese u bilježnicu i sravni sa očitanjem na početku snimke. Ovo naknadno očitanje preporuča se osobito kod repeticionih instrumenata, gdje se nepažnjom može pokrenuti repeticioni vijak.

Teren se snima na 50—250 m sa svake strane pruge prema tome, da li je teren strm ili ravan. U strmom terenu bit će uža, ali trebat ćemo više točaka, a u ravnom terenu manje, i one mogu da budu udaljenije jedna od druge. Ako je teren zarašten i slabija vidljivost, ili gdje je potrebna šira snimka, zbog eventualnih varijanata, napravit ćemo mjesto poligona trokutnu mrežu, osobito ako na oba kraja ne povezujemo na trigonometarske točke zbog kontrole.

Pri snimanju terena zamišljamo ga, kao da je ravan između tri ili više snimljenih točaka. Kod tahimetrijskog snimanja tla pravi se ujedno i skica (kroki), u kojoj se od oka ucrtava situacija i ubilježi svaka točka u položaju, koji otprilike ima u prirodi. Svaku snimljenu točku valja označiti rednim brojem u s k i c i i u b i l j e ž n i c i. Točke označavamo s brojevima 1—999, da nemaju više nego tri brojke. Ide se do broja 999, da se za snimke sa različitih stajališta ne bi isti brojevi opetovali, i da ne nastane zbrka.

Na temelju ove snimke na terenu i bilježaka u protokolu, treba kod kuće izračunati vrijednosti za daljine i za visine svake snimljene točke, na osnovu čega će se napraviti slojni planovi. Najprije ćemo u bilježnici (protokolu) izračunati odreske na letvi »*l*«, pak ćemo pomoću vertikalnog kuta izračunati horizontalnu udaljenost i razliku visine za svaku snimljenu točku, a iz toga njezinu nadmorsku visinu. Kada je to gotovo za jednu bilježnicu, onda se na planovima, na kojima je već nanesen poligon, prenose sa svakog stajališta pojedine točke terena s transporterom (sl. 109.) i označe se točkicom, i za svaku točku upiše se olovkom njezin r e d n i b r o j. Prema skici (krokiu) unese se situacija spajanjem pojedinih točaka prema njihovu rednom broju i prema skici. Ovakva se situacija izvuče razrijeđenim tušem, a k a d j e s i t u a c i j a g o t o v a, i izvučena u blijeđem tušu, ponovi se tušem svaka točkica i upiše se na mjestu svake terenske točke njezina kota (na jednu decimalu), tako da je sama točka ujedno i decimalna točka broja kote. Između upisanih kota interpoliraju se i izvuku slojnice.

Ovakvi planovi moraju da što vjernije na papiru prikazuju teren onakav, kakav je u naravi, sa situacijom, svim izbočinama, uvalama, jamama, vododerinama, vodotocima, lomovima i neravnostima, putovima, zidovima, zgradama i t. d. Ako je prilikom snimanja terena napravljena i geološka snimka, bit će uputno, da se i to ubilježi u slojne planove. Kod rijeka, potoka i jezera valja ustanoviti visinu vode na dan snimke, a ako se dade ustanoviti, valja zabilježiti i visoku i nisku vodu. Dalje snimit ćemo sve izvore u blizini, bilo stalne ili povremene, i to s obzirom na njihovo korišćenje prilikom građenja i eksploatacije pruge, kao i s obzirom na njezinu sigurnost, a osobito ako ima jačih izvora i dobrih za piće, valja utvrditi sve te podatke. Ovo je osobito važno u kraskim predjelima oskudnim vodom.

Što se tiče propusta za vodu ispod željezničke pruge, bit će važno, da u kraskom terenu ustanovimo množinu vode za proloma oblaka, osobito ako nasipi nisu od kamenog materijala. Napravit ćemo skicu vododerine i njezin pad sa mjerama i zabilježiti visinu do koje voda dopire. Redovite vode u ravnijem kraskom terenu obično poniru u zemlju, a manji dio otiče, pak će propusti biti manji i rjeđi su. Od važnosti je također, da se utvrdi geološki sastav tla i granice između raznih njegovih vrsta na površini prema opažanjima, u nutrini pomoću bušenja ili okana, a naročito, ako je teren klizav ili je padina u slojevima i kako su nagnuti, prave li osuline i da li prijete odroni od zasjecanja, osobito kod većih usjeka i kod važnijih objekata zbog fundiranja.

Osim toga zabilježit ćemo i kulturu tla i eventualno njegovu vrijednost. Bude li moguće bez gubitka vremena, dobro će biti da snimimo i granice posjeda, osobito u ravnom terenu i kod većih parcela. Ako ima poviše ili ispod pruge propusta u cesti, napravit ćemo njihovu skicu radi dimenzioniranja željezničkih propusta, ali moramo utvrditi, da li je postojeći otvor dovoljan i da li je bilo kadgod štete za visoke vode ili kod proloma oblaka. Treba se propitati kod staraca, cestara i drugih vjerodostojnih osoba, koje mogu da dadu točne podatke. Osim gornjega valja snimiti tvrđavne pojase, vojna gađališta, groblja i sl., u blizini, jer ih valja izbjegavati. Vrlo je važno i mora se ustanoviti, ima li i gdje građevnog materijala, kamena, pijeska, drva, cigle i t. d. kakve je vrste i koje su mu cijene. Sve te podatke valja unijeti u protokol ili skicu prilikom snimanja, a kod kuće unijeti u posebne arke kao podlogu za sastavljanje cijena.

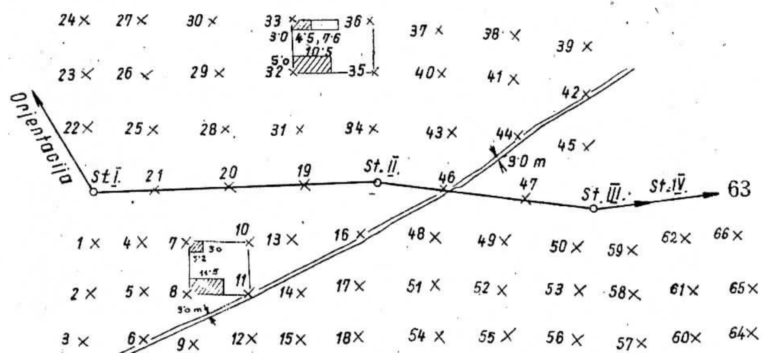
Kako je već rečeno, za terenske snimke najpraktičniji su univerzalni nivelacioni instrumenti i oni su praktičniji od teodolita, kod koga se nepažnjom može pokrenuti horizontalni krug. Ako se to dogodi, moramo poništiti tako snimljene točke i ponoviti snimku, a instrumenat orijentirati na prvotni kut, ili očitati novi kut orijentacije.

Snimke se mogu vršiti s jednom, ili da posao ide brže, s više letava.

Nakon očitanja letve kod svake točke radnik, koji vodi protokol, zazviždi jedamput, a kod svake pete i desete dva puta. Zazviždi odmah, netom je očitana donja i gornja nit, t. j. odrezak na letvi »*l*« i očitana vrijednost zabilježena u zapisniku, pa tek onda se očita vertikalni i horizontalni kut i njihove se vrijednosti unesu u protokol. Zvižduk je znak radniku, čija je letva bila okrenuta prema instrumentu, da je očitanje letve obavljeno i da letvu mora okrenuti tako, da se od instrumenta više ne vidi razdioba i da sa već očitanom letvom može prijeći na narednu točku. Ujedno je to znak drugom radniku da narednu letvu okrene prema instrumentu. Zbog bržeg odvijanja rada može se raditi i s više letava, osobito u ravnijem i jednoličnom terenu.

Slika 103. prikazuje rad snimanja s tri letve iz stajališta *II* od točke *1* do točke *56*, a iz stajališta *IV* od točke *57* dalje, ako je teren pregledan. Ovo

se osobito preporuča u jače nagnutom terenu, da kutovi nagiba budu manji. Valja nastojati da kut nagiba vizure ne bude veći od 5° (9%). Zato u jače nagnutom terenu bit će bolje da se točke iznad i ispod stajališta očitaju od susjednih stajališta, jer će im kut nagiba biti manji. Ako su poligonske točke snimljene zasebno, nije više potrebno postavljanje instrumenta u stajalištu *I*, *III* i t. d. Valja nastojati, da radnik prevali što manje puta od jedne točke do druge i da očitač ne gubi vrijeme čekajući, dok radnik stigne do točke.



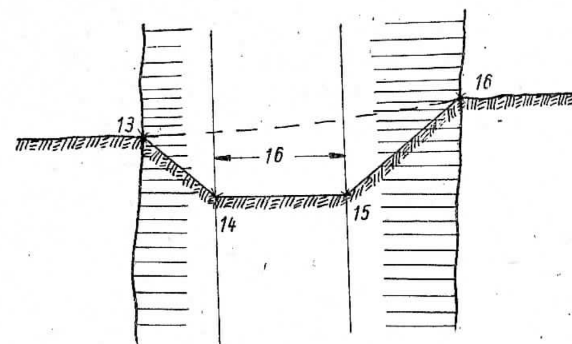
Sl. 103. Snimanje terenskih točaka sa 3 letve. Skica

Dvostruki zvižduk je znak inženjeru, koji vodi letve i pravi skicu, da je očitani broj ravan *5* ili *10*. Ako broj na skici ne odgovara broju *5* ili *10*, on mora da napiše u protokolu i na skici, da je na pr. broj *244* = broju *245* ili broj *251* = broju *250*. Pogreška je nastala u posljednjih pet brojeva, jedna točka je bila preskočena, ili je dva puta čitana, što će se ustanoviti prilikom nanošenja točaka u planove i njihovim sravnjenjem s onima na skici napravljenoj prilikom snimanja terena. Kad se ne bi vodila ovakva kontrola, griješka bi se vukla daleko i teško bi se otkrila. Brojevi točaka u protokolu ne bi odgovarali onima u skici (krokiu). Redovito se točke označuju, kako smo već napomenuli brojevima od *1—999*. Kad bi se išlo samo do broja *99*, bilo bi ih premalo, i mogli bi se pomiješati brojevi s dva stajališta, a označivanje točaka s preko tri brojke ne bi bilo praktično.

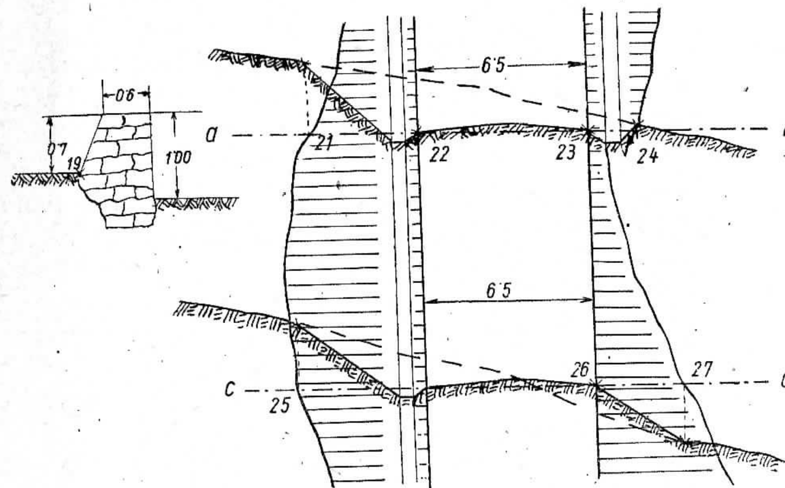
U osobito nepristupačnim predjelima pravit će se snimke fotogrametrično s utvrđenih stajališta. U tom slučaju preporuča se, da se unutar snimke obilježe neke stalne točke, eventualno položi poligon i točno izmjere točke poligona po smjerovima, duljini i po visini, jer će takav rad biti mnogo točniji nego kad bi se upirali samo na terenske točke, biljke, kamenje i sl. Ovakve točke nisu u naravi nikada točno određene, jer sjena može da drugačije pada, vjetar im mijenja položaj i sl.

O snimanju s novim praktičnim instrumentima Zeiss-ovim, Wildovim, Hammer-Fennelovim već smo ranije govorili.

U jednoličnom terenu preporuča se, da se radi s više letava postavljenim u redu u stanovitim razmacima jedna od druge, u srednje 20—50 koraèaja, pak da se kreću istosmjerno s krakom poligona ili na nj okomito,



Sl. 104. Snimanje jarka



Sl. 105. Snimanje zida Sl. 106. Snimanje puta

prema terenu. Bolje je kad se letve kreću u smjeru okomito na sporedne vododijelnice i doline.

Radnika valja tako uvježbati, da kod svih stepena u terenu, rubova i dna vododerina (sl. 104.), zidova (sl. 105.), pokosa i t. d., namjesti letvu na oba ruba i na dnu. Ako je dno široko i ravno, onda se izmjeri širina i unese u skicu, a mogu da se snime i obje točke.

U skici valja označiti, da je vododerina, a u protokolu zabilježiti: desni rub vododerine, dno vododerine, dno vertikalnog zida, rub puta i t. d. Kod putova (sl. 106.) nije nužno snimati točke u svim rubovima; ako su jarci jednolični i jednakih širina napravi se pripadna skica, a snimit ćemo samo jednu do dvije točke.

Na ovaj način smanjujemo rad na polju, a otpada i računanje u uredu.

Za kuće, dvorišta, poljoprivredne zgrade i t. d. napravit ćemo detaljne skice na jednom slobodnom mjestu papira, a to mjesto ćemo u skici zaokružiti i označiti »vidi detalj«.

Sve markantnije točke u terenu, na pr. uglove kuća, zidova, plotova, tromeđe parcela, raskršća putova, križanja s jarcima, bunare, eventualno i veće osamljene skupine stabala, valja točno snimiti, jer nam te točke mogu da posluže kod prenošenja osi pruge sa slojnih planova u teren, ako propadne kolje poligona, što će se često dogoditi, jer od snimanja terena do građenja pruge može da prođe dugo vremena. Kod Unske pruge je od ozakonjenja građenja do dovršenja prošlo 26 godina, a od ozakonjenja do dovršenja Ličke pruge prošle su 52 godine.

Kod snimanja vododerina može da bude letva previše kratka, a i sakrivena, pak se ne može očitati odrezak »*l*«. U tom slučaju dignut ćemo letvu za jedan do jedan i pola metra iznad terena, ali ovo treba zabilježiti koliko u skici toliko i u protokolu sa + jedan ili + 1,5 m. U rubrici za opaske zabilježit ćemo također »rub puta«, »ćošak kuće«, »rub (dno) jarka«, »rub (dno) zida« i t. d. Mogu se očitati i samo dvije niti, t. j. srednja i gornja ili donja, ali budući da smo očitali polovicu odreska »*l*«, množit ćemo sa dva.

Kadgod nam bude moguće, očitat ćemo horizontalnim durbinom, jer otpada računanje redukcija poradi vertikalnog kuta, koji je u tom slučaju $= 0^0$. U tom slučaju očitat ćemo i unijeti u protokol visinu srednje niti instrumenta radi određivanja visine $v + l/2 = L$.

Kako je već spomenuto, valja zbog točnijeg očitanja odreska na letvi, postaviti donju (gornju u instrumentu) nit na jedan cijeli broj metara ili decimetara, jer se tako može oštrije postaviti, a računanje je lakše. Gornja nit se čita na milimetar točno.

Često se dogodi, da je neko očitanje pogrešno, što ćemo ustanoviti prilikom nanošenja točaka transporterom (sl. 109.). To može da se dogodi kod očitanja kutova kao i kod odrezaka na letvi. Kod kutova te griješke obično iznose 1^0, 5^0, 10^0, a na letvi 5 cm, 10 cm, pa kadgod i 1 m, rjeđe 1 cm. Kod točnog vođenja skice, lako ćemo naći odnosnu vrijednost. Ako vidimo da mjesto nanesene točke po skici ne odgovara, znak je, da je pogrešno očitana. Moguće da je pošla u stranu, ili je bliža ili dalja. U tom slučaju postavit ćemo provizoran znak na mjestu, koje bi točki odgovaralo po skici i pokušat ćemo s transporterom, komu bi kutu ili daljini to odgovaralo. Ako utvrdimo, da je to jedna od vjerojatnih pogrešaka, onda ćemo precrtati u bilježnici prvotnu vrijednost i iznad nje upisati vjerojatnu. Nikad ne smijemo brisati zabilježene vrijednosti, one moraju ostati čitljive. S malo prakse možemo spasiti skoro svaku pogrešno zabilježenu točku.

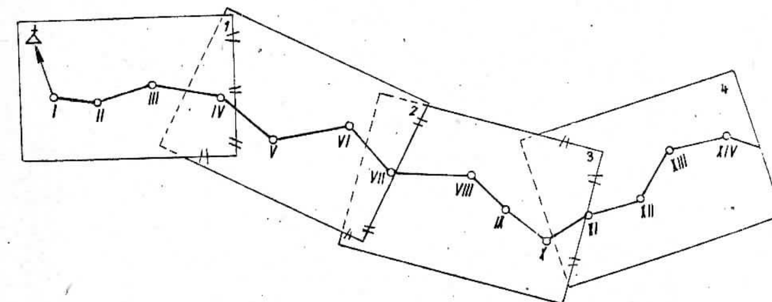
VIII. RADOVI KOD KUĆE

a. SLOJNI PLANOVI

Kad su izračunane snimke, t. j. horizontalne udaljenosti i kote za svaku terensku točku, one za dužine u *dm* (151.3), a za visine u *cm* (283.62), počet ćemo s nanošenjem terenskih točaka na listove crtaćeg papira i to po njihovu rednom broju u protokolu i u skici (krokiu).

Najprije moramo izračunati i izjednačiti poligon.

Prije nego počnemo s nanošenjem poligona, a da terenska snimka dođe u sredinu listova, a i zbog štednje papira, napravit ćemo približnu raspodjelu listova u 1/10 do 1/20 mjerila originalnih slojnih planova, koji su obično 0.75 m × 1.00 m.



Sl. 107. Raspored listova slojnih planova

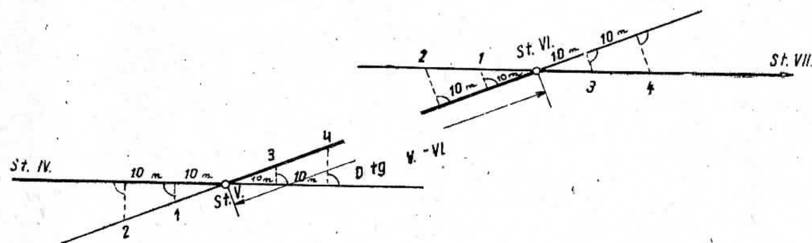
U tom malom mjerilu nanijet ćemo poligon sa transporterom na običnom papiru za pakovanje. Iza toga ćemo izrezati nekoliko listova, u tom istom malom mjerilu, od prozirnog papira, koji odgovaraju originalnim listovima slojnih planova i položiti ih na poligon. Tako ćemo dobiti raspodjelu listova, na kojima je snimka otprilike u sredini lista. Ovi će listovi pri kraju prelaziti jedan preko drugoga, i izmjerit ćemo te odreske prema ćošku dotičnog lista, koliko gornji list pokriva donji. Te ćemo odreske prenijeti na originalne listove, tako da je predidući list gornji i da on uvijek pokriva dio narednoga, a to zbog toga, da se kod izvlačenja u tušu ne bi na dodiru ruba s perom zamazao slijedeći list. (Sl. 107.).

U blizini rubova lista valja napraviti marke, po dva pravca (sl. 107.), koji prelaze sa gornjeg na donji list i probosti s okomitom tankom iglom

oba lista, zbog točnog ponovnog sastavljanja, nakon što se listovi rastave. Kod ponovnog sastava, igla mora da lagano uđe u obje rupe, gornju i donju, a izvučene marke moraju da se točno produžuju. Za približno sastavljanje listova, obrubit ćemo gornji list tušem na donjem listu.

b. NANOŠENJE POLIGONA

Prema poligonu na skici u malom mjerilu uzet ćemo smjer i položaj prve tangente. Nanošenje poligona na listovima slojnih planova mora biti sasvim točno, i to pomoću koordinata za svaku točku poligona, ako ih izračunamo, ili pomoću apscisa i ordinata od prethodne tangente, prema kutu kojeg one zatvaraju. Za smjer svake stranice poligona imamo 5 točaka, i to: srednju ili sjecište dviju stranica poligona, koja je ujedno i stajalište instrumenta i po dvije točke lijevo i desno na stranici, u stanovitoj udaljenosti od sjecišta, po 10, 15 ili 20 m (sl. 108.).

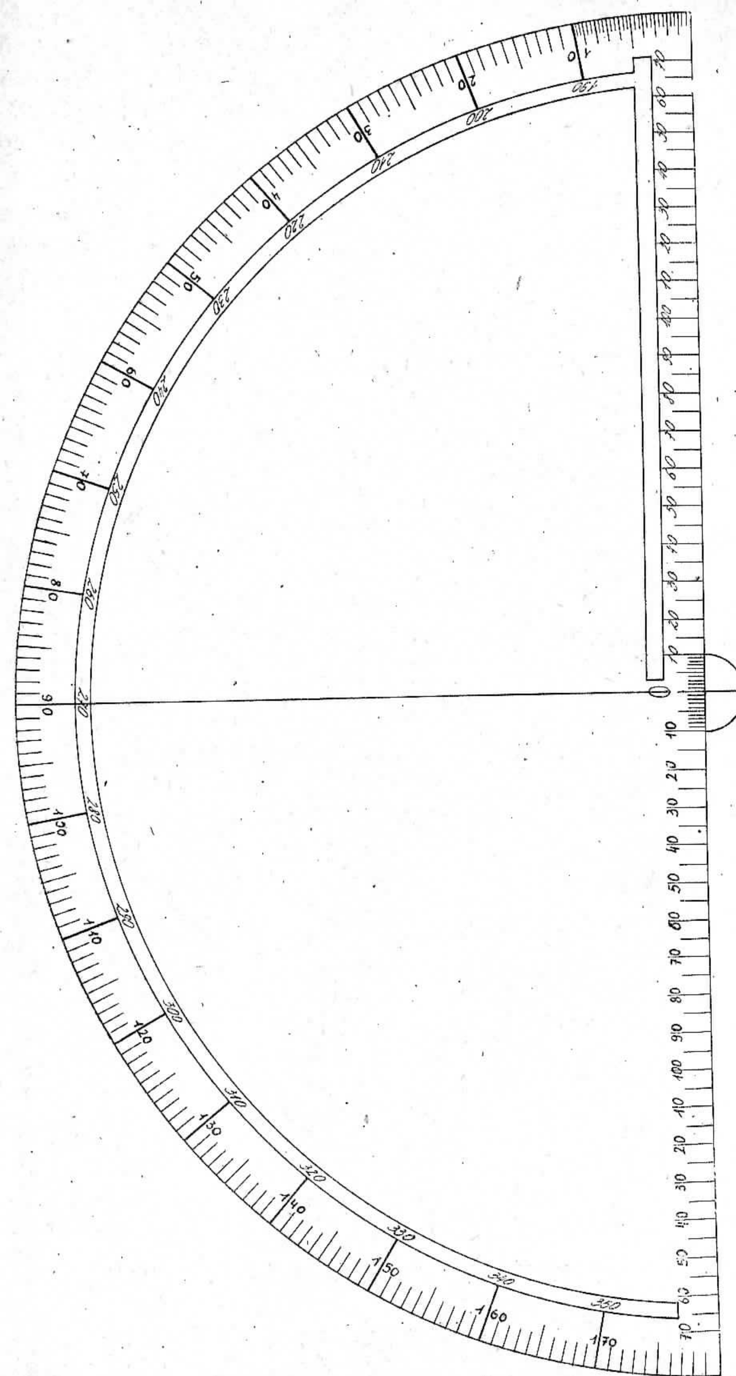


Sl. 108. Nanašanje poligona u slojne planove

Mjerilo za slojne planove je obično 1 : 1000 ili 1 : 2000, a može da bude i 1 : 2500 ili 1 : 2880 (katastarsko mjerilo). Visinsku kotu poligonskih točaka upisat ćemo na dvije decimale (151.43).

Nakon što se nanošenjem poligona uznapreduje preko prvog lista i prijeđe na drugi, i nakon što smo napravili marke zbog ponovnog sastavljanja listova i probili iglom, možemo započeti s nanošenjem terenskih točaka, koje se vrši transporterom (kružnim prenašalom, sl. 109.).

Transporter predstavlja polovicu potpunog kruga. Na obodu ima razdiobu stupnjeva od 0° do 180° od desna na lijevo, a za tu razdiobu odgovara desno mjerilo za duljine na podnici, sve otisnuto crnom bojom, i od 180° do 360°, na sl. 109. zaokruženo, također od desna na lijevo, ali za tu razdiobu odgovara lijevo mjerilo za dužine (zaokruženo), a otisnuto je crvenom bojom za razliku od prvoga. Na dodiru desnog i lijevog mjerila na ravnom rubu transportera, prilijepljena je pločica tvrdog celuloida (ljepenka bi se brzo ishabala), s rupicom točno u sredini i u pravcu ravnog ruba. Tu rupicu valja postaviti točno iznad točke stajališta, pak okomito na plohu papira ubosti tanku iglu, oko koje se okreće transporter i odmjeruju odnosni kutovi i daljina svake terenske točke, koju nanosimo.



Sl. 109. Transporter

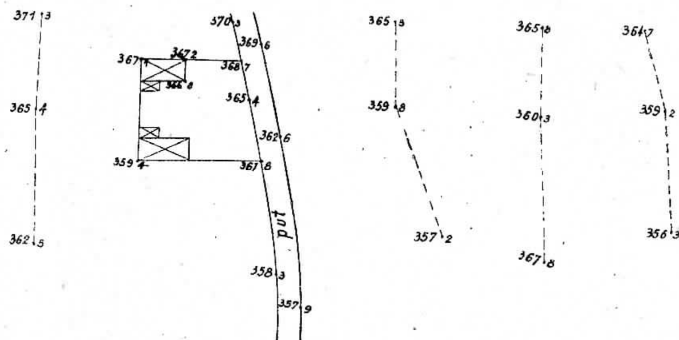
Pri početku rada moramo odrediti marku na crtaćem papiru za slojne planove uz kružni rub transportera tako, da se odnosni ravni rub transportera, prema kutu da li je ispod ili iznad 180°, položi iz poligonske točke na stranicu poligona u smjer prethodne točke poligona. Na razdiobi kutova očita se pripadni horizontalni kut za taj smjer i napravi na rubu marka, onda se položi drugi ravni rub transportera prema narednoj točki poligona, i očita se horizontalni kut za taj smjer, koji se mora slagati sa već napravljenom markom. Ako bude neka mala razlika, uzet ćemo sredinu između dvije marke. Razlika može da bude zbog netočnosti transportera, koji je od tanke ljepenke.

Nanošenje terenskih točaka vrši se po njihovu rednom broju u protokolu.

Za svaku točku postavi se na marku, koju smo napravili preko ruba oboda transportera, očitani njezin horizontalni kut svake pojedine točke i dobit ćemo na odnosnom ravnom rubu transportera na mjerilu smjer, koji toj točki odgovara, i to na desnom od 0° do 180°, a na lijevom od 180° do 360°. Onda prenesemo dužinu, koja toj točki odgovara od stajališta po odnosnom ravnom rubu, napravimo točkicu s dobro zašiljenom tvrdom olovkom i napišemo redni broj točke iz protokola (i skice). Taj postupak opetujemo za sve točke s tog stajališta. Kada su sve točke jednog stajališta nanesene, prelazi se na drugo, treće i t. d., dok se ne svrši pojedini list.

c. UCRTANJE SITUACIJE TLA

Nakon što su nanesene sve točke po njihovu položaju i po broju, onda se one uz pripomoć skice spajaju, ucrtava situacija i izvuče s nešto bljeđim



Sl. 110. Ucrtanje situacije i upisivanje kota

tušem, i to: svi putovi, jarci, zidovi, rubovi, kuće, obori, eventualne granice parcela, kultura, sastava tla i t. d. Situacija se izvlači bljeđim tušem, da ne bude previše upadljiva. Na slojnim planovima glavno je poligon,

koji se izvlači tankim crtama u crnom tušu i slojnice u sepiji ili sijeni, ostalo je sporedno. Na takvim situacionim planovima polaže se trasa. Kako smo već spomenuli kod sastavljanja situacije, naići ćemo na eventualne griješke prilikom čitanja, koje ćemo nastojati ispraviti.

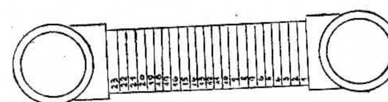
d. PISANJE KOTA

Tek nakon što je situacija ucrtana, mogu se upisivati kote za svaku pojedinu točku, i to kao u slici 110.

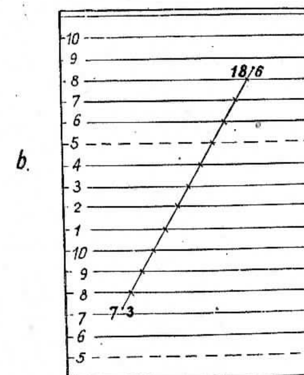
Mjesto svake točke obnovi se točkicom u crnom tušu i upotrebi kao decimalna točka kote terena na tom mjestu. Kote terena pišemo redovito na samu jednu decimalu (253.4), ali kod točnijih snimaka mogu da se pišu i na dvije decimale (382.55).

e. UCRTANJE SLOJNICA

Između upisanih kota interpoliraju se slojnice na svaki 1, 2 ili 5 m zavisno od toga da li je mjerilo veće ili manje. Zato treba one dvije točke, među kojima hoćemo da interpoliramo slojnice, spojiti jednom ravnom tankom crtom olovkom i na toj crti zabilježiti iglom (pikirati) svaku interpoliranu slojnicu.



Sl. 111. Interpolator od gume



Sl. 112. Interpolator od izbrazdanog prozirnog papira

Za interpoliranje slojnica postoje razna pomagala — interpolatori —, koja su sva osnovana na principu razdiobe toga odstojanja na jednake dijelove:

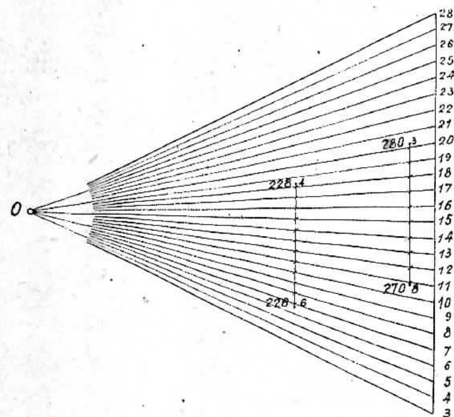
a) Jedan komad gumije (slika 111.), koja se jednako rasteže, stisne se između dvije pločice s prstenčićima, u koje se uvuku vrhovi dvaju prsta i razvuče se, koliko treba između dvije kote u planu, da kote u planu odgovaraju razdiobi na mjerilu, pak se na rubu iglom ili olovkom označe interpolirane slojnice.

b) Rastrirani prozirni papir s paralelnim crtama jednakog razmaka. Ovakvih papira moramo imati više, s užim i širim paralelama jednakog razmaka. Postupak je ovaj (slika 112.):

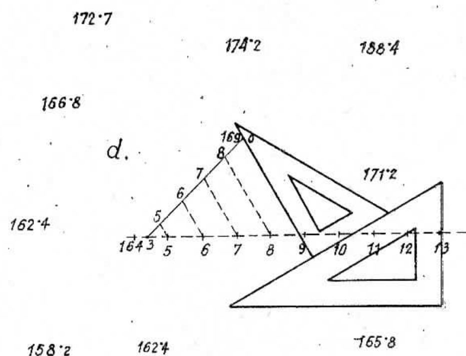
Želimo li označiti slojnice razmaka *1 m* između kote *7.3* i kote *18.6* na slici, spojit ćemo ih jednom laganom crtom olovkom. Iza toga postavimo izbrazdani papir tako, da kota *7.3* na planu odgovara jednakom razmaku na izbrazdanom prozirnom papiru i ubodemo iglom točno u koti. Oko igle vrtimo izbrazdani prozirni papir, dok razmak *10.0 + 8.6* ne dođe poviše kote *18.6* na planu. Onda iglom probodemo na svakom križanju izbrazdanog papira i spojnice olovkom između te dvije točke. Proboji su mjesta, kuda prolaze slojnice cijelih metara od *8—18,* i upišemo brojeve *8, 9, 10 . . .* do *18.*

c) Polarni interpolator na prozirnom papiru.

Kako se vidi na slici 113., ovaj interpolator napravljen je tako, da crte na njemu nisu paralelne, one idu iz jednog pola *0* i presječene su jednom



Sl. 113. Polarni interpolator



Sl. 114. Interpolator sa pomičnim krakom

okomicom na horizontalu iz pola **0,** koja je razdijeljena na jednake dijelove. Paralelno sa okomicom dobivaju se razdiobe na jednake dijelove. On može da posluži za razne razmake između slojnica, dok smo ih zato kod rastera kao u slici 112. trebali više. Postupak kod toga je ovaj: dvije točke s označenim kotama, među kojima se žele interpolirati slojnice, postave se paralelno s okomicom, koja siječe polarne razdiobe i pomiče se dotle, dok se donja i gornja točka i kote ne podudaraju s raspodjelom na prozirnom papiru. Ove dvije točke moramo kao i kod prvog postupka spojiti laganom crtom olovkom i po toj crti iglom pikirati prijesjek za svaku razdiobu slojnica. Ako je razmak među slojnicama manji, ova paralela s okomicom bit će bliže polu *0,* a ako je razmak veći, bit će od njega udaljenija.

d) Osim ovih ima i drugih aparata, jedan takav je Truckov-s pomičnim krakom, koji se osniva na principu sličnih trokuta kao na sl. 114.

Nakon što su između kota slojnice inerpolirane, spojimo točke iste visine i dobit ćemo slojnicu za tu nadmorsku visinu. Te se crte izvuku perom za izvlačenje (s gibanjem) u tušu sijena ili sepija i tako dobijemo slojni plan. Slojnice za svaki deseti metar valja izvući deblje od metarskih ili dvometarskih i u stanovitim razmacima uz slojnice napisati njihovu nadmorsku visinu.

f. POLAGANJE OSI PRUGE

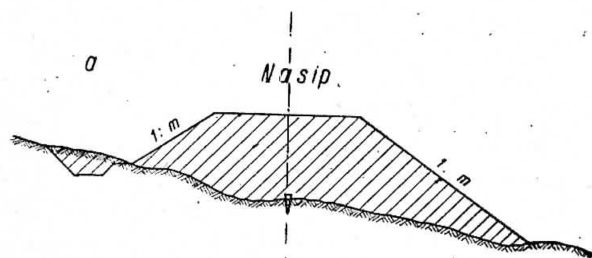
Kad su slojni planovi gotovi, u njima se ucrtava os pruge i uzimaju se u obzir sve okolnosti za polaganje dotične trase, osobito izjednačenje masa usjeka (sl. 116.) i nasipa (sl. 115.) odnosno otkopa i nanosa. Ukoliko se radi u malom mjerilu i za studije, bit će dovoljno da se otprilike izjednače plohe usjeka (sl. 116.) i nasipa (sl. 115.) odnosno otkopa i nanosa u uzdužnom profilu. Kod približnog ustanovljenja masa, osobito u ravnijem, ne previše strmom terenu, izjednačit će se usjek s nasipom i ustanovljavati kubature pomoću ordinata, a zato ćemo konstruirati posebna mjerila (sl. 149.). Kod studija i uzdužnog profila u mjerilu 1 : 100.000 nastojat ćemo, da plohe usjeka budu otprilike jednake plohama nasipa, ili ćemo napraviti mjerila, koja će nam prema ordinati usjeka dati plohu prereza usjeka na tome mjestu, a prema ordinati nasipa dati plohu prereza nasipa. Sadržina ili kubatura *O* između dva poprečna prereza bit će jednaka: $O = \frac{Pl_1 + Pl_2}{2} \times d$, gdje je d = udaljenost prijesjeka ploštine Pl_1 i Pl_2. Zbrojimo li sve te odsječke za pojedini usjek i nasip, dobit ćemo kubaturu dotičnog usjeka ili nasipa.

Kod željeznica i kod cesta gornji stroj se polaže na jednu ispruženu usku ravnu plohu potrebne širine, određenu T. U (Tehn. uslovima), zavisnu od svrhe toga puta, koju zovemo ravnik. U ravniku nema stepena, on je vodoravan ili u malom kontinuiranom nagibu bilo u usponu ili u padu.

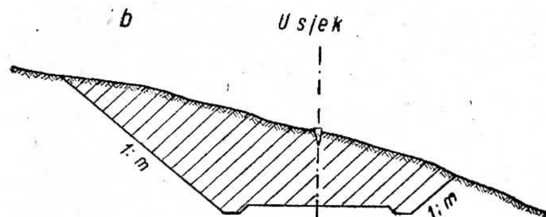
U valovitom terenu da dobijemo ravnik, moramo otkopati teren iznad površine ravnika, ili nasipati, ako je teren niži od ravnika. Tako dobivamo usjeke i nasipe, čija je visina jednaka ordinati iznad ili ispod ravnika do terena (sl. 116. i 115.). Oblik usjeka i nasipa kao i ostalih građevina propisan je tehničkim uslovima (T. U.) i normalijama za stanovitu prugu, vrstu građevine i materijala usjeka ili nasipa.

Ako je teren ravan ili malo nagnut, dobit ćemo, računajući po ordinatama, dovoljno točne plohe za studije. One su točne ukoliko je točno očitana ordinata. Kod jače nagnutog terena valja računati kubature pomoću poprečnih prereza, napravljenih iz slojnih planova ili na samom terenu. U

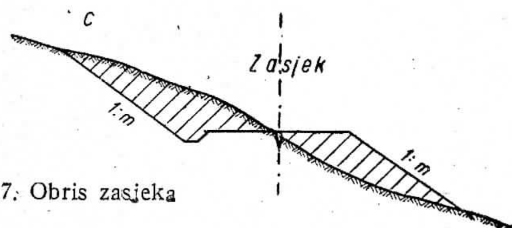
poprečne prereze s terenom, ucrtat ćemo obrise trupa usjeka ili nasipa na tome mjestu. Plohu otkopa ili nanosa za svaki poprečni prerez moramo izračunati ili planimetrirati.



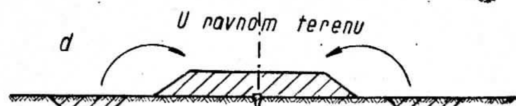
Sl. 115. Obris nasipa



Sl. 116. Obris usjeka



Sl. 117. Obris zasjeka



Sl. 118. Obris nasipa u ravnom terenu

Kod polaganja osi pruge u slojne planove, nastojat ćemo da ravnik bude uvijek nešto viši od terena na tome mjestu. U ravnom terenu je bolje da ravnik pruge bude u malom nasipu nego li u terenu (sl. 118.), jer je trup suhlji i pruga ne će biti zatrpana snijegom. Širina ravnika zavisna je od građevine, koja se izvodi, a propisana je T. U.

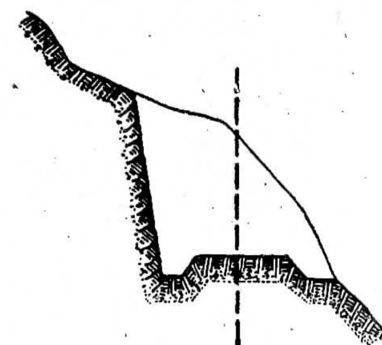
Ako je pruga u zasjeku (sl. 117.), najmanje su kubature i redovito nema razvoza, otkop se prebacuje u nasip.

Kod usjeka (sl. 116.) i nasipa (sl. 115.) otkopane mase razvoze se u nasip. Mase otkopa bit će veće nego li kod zasjeka (sl. 117.), a osim toga, troškovima iskopa valja pridodati i troškove razvoza, pak će rad biti skuplji negoli ako je pruga u zasjeku (sl. 117.).

Uz nasip, sa strane brda mora se izvesti jarak, u kome će se sakupljati voda i oticati će do najniže točke nasipa (sl. 115.), pak propustom ispod nasipa na drugu stranu, otkuda će padom terena teći dalje. Kod usjeka izvode se jarci s obje strane ravnika (sl. 116.), onaj sa strane brda uvest će se u jarak uz nasip sa strane brda, a jarak sa strane doline prestat će kod početka nasipa, jer u nagnutom terenu voda otiče prema nizini. U zasjeku imamo jarak sa strane brda, gdje je zasječen teren, a vodi se dalje u jarku uz nasip sa strane brda. Pri većem padu morat će se jarak pokaldrmisati ili pobusiti. Ako je pad mali, treba nastojati, da iskopane plohe što prije zarastu travom, da ih voda ne bi odnosila i da voda ne prodire u nutrinu, što može da izazove raskvašenje podloge i klizanje željezničkog trupa.

g. UCRTANJE PRUGE U SLOJNE PLANOVE

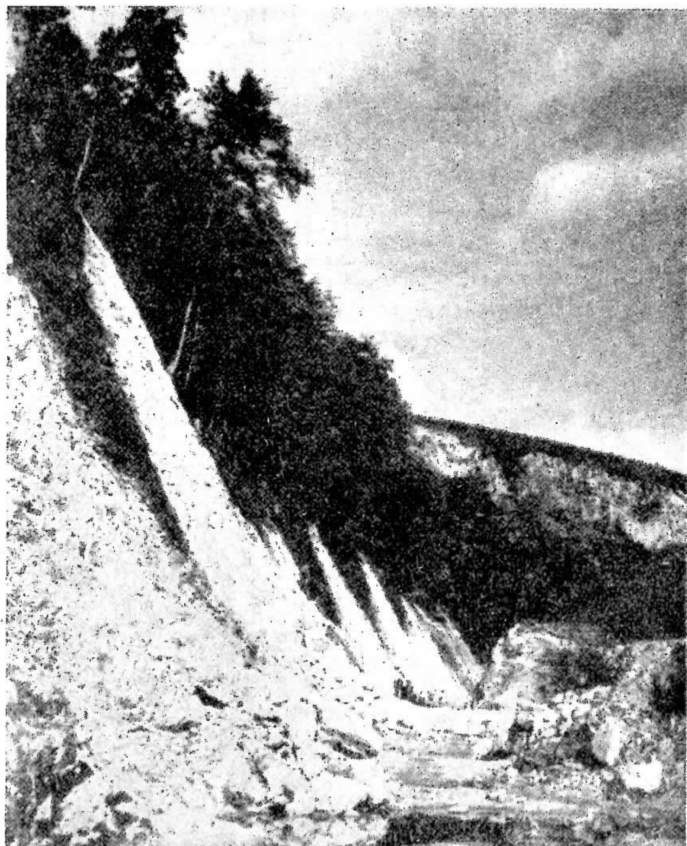
Kako je već rečeno, kod polaganja pruge nastojat ćemo, da je ukoliko je više moguće vodimo u zasjeku (sl. 117.), s ravnikom nešto višim od terena, jer su u tom slučaju radovi najmanji. To će nam biti moguće kod lagano valovitih padina, gdje se u zakrivljenosti terena može umetnuti barem krivina od *Rmin*. Kad su prirodne zakrivljenosti u terenu manje od *Rmin,* morat ćemo kod izbočina praviti usjeke, t. j. teren otkopavati od njegove površine do ravnika, a kod uvala pravit će se nasipi od terena do ravnika. Nastojat ćemo, da otkopane mase redovito pokrivaju mase potrebne za nanos. Ako je pruga u usponu, valja nastojati, da se razvoz vrši u padu, t. j. da mase iz usjeka razvozimo u nasip, koji je niže od njega, da pri razvozu iskoristimo silu teže, a uzbrdo vučemo prazne vagoniće.



Sl. 119. Obris isjeka

Kod pruga na padini i gdje je teren strm, ne da se postići izjednačenje masa. Ako je padina u čvrstoj stijeni, nastojat ćemo zaći s prugom više u brdo (sl. 119.). Izbjegavat ćemo visoke nasipe, a ukoliko bude moguće i zidove, jer su oni jako skupi. Najjeftinija i najsigurnija bit će ona pruga na strmoj padini, ako je stijena čvrsta, i kad slojevi u brdu nisu nagnuti prema dolini, koja je skoro skroz položena u isjeku ili

usjeku, kao što je položena Unska pruga od km 23.4 do km 23.8 (sl. 120.), i kod koje će se izbjegavati što više svi vještački radovi: vijadukti, zidovi i drugi objekti, jer su oni vrlo skupi. Kod ovako položene pruge bit će radovi otkopa veliki, ali unatoč tome, bit će pruga jeftinija i sigurnija od



Sl. 120. Unska pruga. Zasjeci od km 23,4 do 23,8

one s velikim vještačkim radovima. Kod nje nema izjednačenja masa, suvišni materijal se odlaže u deponije ili sipa po padini, ako nije obrađena. Nasipe ćemo praviti, samo ukoliko su potrebni, da bi se u vododerinama mogla propustiti voda. U tom slučaju bit će i propusti kraći i jeftiniji nego kod visokih nasipa, gdje su dugi i skupi. Kod jako strmog terena, izvest će se na takvim mjestima mali zid ili će se taj otvor ispod pruge presvoditi, ako je podloga čvrsta stijena. (Vidi: Ing. J. Alačević — Unska pruga, Zagreb 1930. g.). (Sl. 120.). Prema gener. projektu bila je Unska pruga pogrešno položena desnom obalom rijeke Une i bili bi se zasjecali slojevi strmo nagnuti prema rijeci, što bi izazvalo jaka urušavanja brda. Na početku građenja prebačena je pruga sa desne na lijevu obalu, na kojoj su slojevi bili nagnuti prema brdu i time je zapriječeno urušavanje strmo nagnutih slojeva na prugu.

U ravnici, je niveleta pruge redovito horizontalna ili u malom usponu ili padu. Često se dešava, da se pruga iz ravnice mora da po padinama brda popne do vododijelnice, a otud da se opet spusti u ravnicu. Takvi dijelovi pruge bit će u usponu ili u padu. Moramo nastojati, da taj uspon (pad) ostane u granicama ekonomičnosti (vidi II. knjigu) i da bude konstantan od početka uspona do kulminacije i obratno, izuzevši nužne prekide — ravne — u usputnim stanicama. Ne primijenimo li to pravilo, dobit ćemo na nekim odsječcima blaži uspon, ali onu visinu, za koju se kod tog blažeg uspona nismo popeli, morat ćemo nadoknaditi povećanjem uspona na ostalom dijelu pruge. Time se pruga kvari, jer za stanovitu lokomotivu smijemo opteretiti voz prema najjačem usponu pruge, ma koliko bio kratak taj odsječak, pa prema tome, na manjim usponima lokomotiva ne će biti potpuno iskorišćena. Zadatak je inženjera, da položi takvu prugu kod koje će otpori, a tako i brzine na dugim odsječcima biti stalne.

Zato ćemo kod utvrđenja uspona uzeti kotu u točki A na početku uspona i kotu u točki B na vododijelnici (sl. 62. na str. 223.). Razlika tih dviju kota daje nam visinu V, koju moramo savladati na dužini od početka do kraja uspona. Tu dužinu zvat ćemo D. Ako imamo usputnih stanica, morat ćemo od te dužine odbiti zbir dužina stanica, koje su redovito u horizontali ili u malom usponu do 2.5‰. Razdijelimo li visinu V sa dužinom D, dobit ćemo uspon u ‰ između točaka A i B.

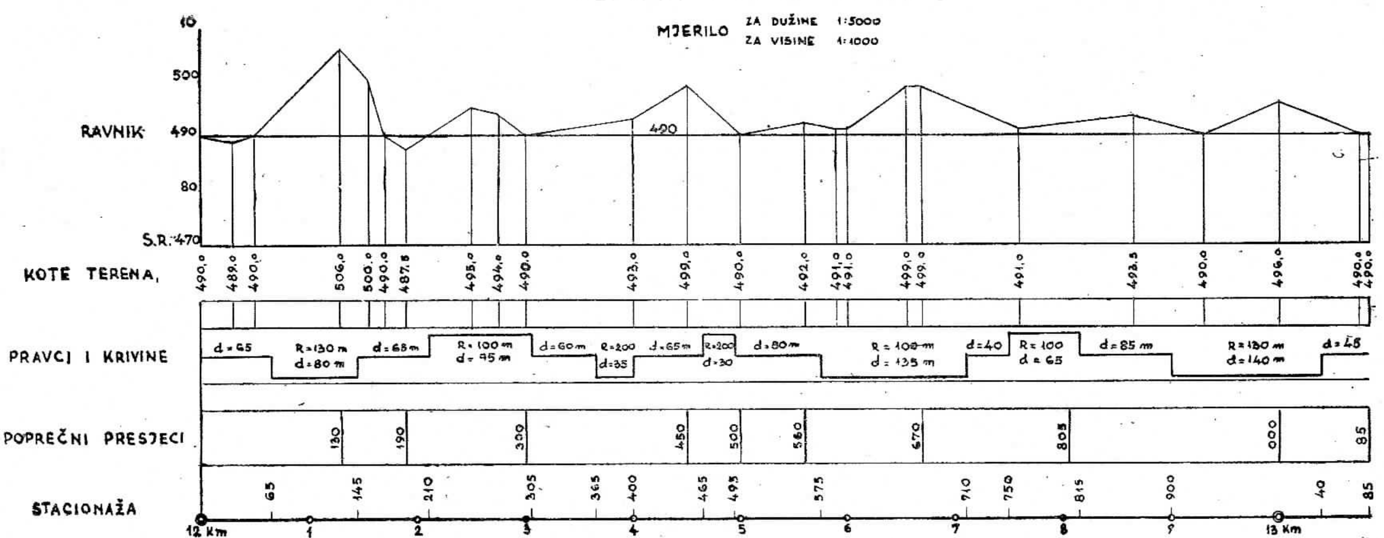
$$V : D = u : 1000 \quad \text{ili} \quad D = \frac{1000\ V}{u}, \ \text{a} \ u = \frac{1000\ V}{D}$$

Ako nam je u ‰ zadan, t. j. uspon između točaka A i B određen na pr. $u\ max$ koji ne smijemo prekoračiti, onda prema njemu možemo da izračunamo potrebnu dužinu D. Bude li dužina, koju smo po prvom obrascu dobili, preveć malena, a određeni uspon ne smijemo prekoračiti, morat ćemo produžiti tu dužinu, što ćemo postići razvijanjem pruge na zgodnom mjestu (Vidi sl. 65. i 66.). od km 25 do km 42.).

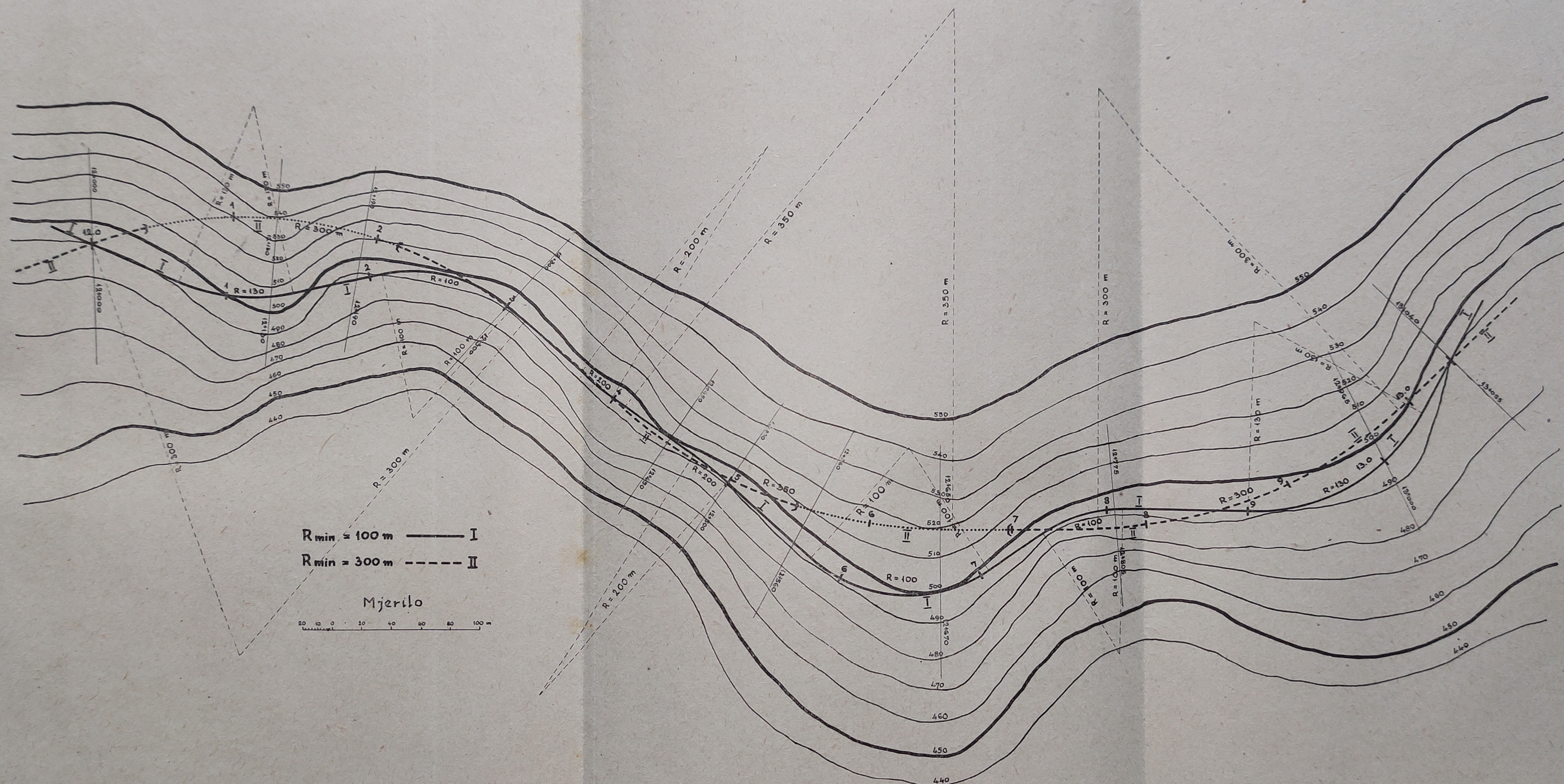
Kod pravljenja studija u kartama, a i kod polaganja trase u slojne planove, moramo se držati ovog gornjeg pravila. Ili ćemo kod utvrđenog u ‰ odrediti dužinu D, ili ćemo kod utvrđene dužine D odrediti uspon u ‰. Pri polaganju trase u slojne planove mi imamo utvrđenu visinu v između dvije slojnice. Da položimo prugu u određenom usponu u ‰, moramo izračunati dužinu d pruge za tu određenu visinu između slojnica v.

$$d = \frac{1000\ v}{u}.$$

Ako ovu dužinu d uzmemo u šestar, pak sa tom dužinom pođemo od slojnice do slojnice i sva ta sjecišta označimo i spojimo ih jednom kontinuiranom crtom, dobit ćemo t. zv. »nultu liniju«, t. j. onu prugu,



Sl. 122. Uzdužni prerez trase I.



Sl. 121. Trasa I. koja se prilagođuje terenu i trasa II. koja siječe slojnice

MJERILO
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15 20 m

II I
Km 12'450
490

II
I i II
Km 12'500
490
Km 12'560

II
Km 12'650
490
I

I
Km 12'670

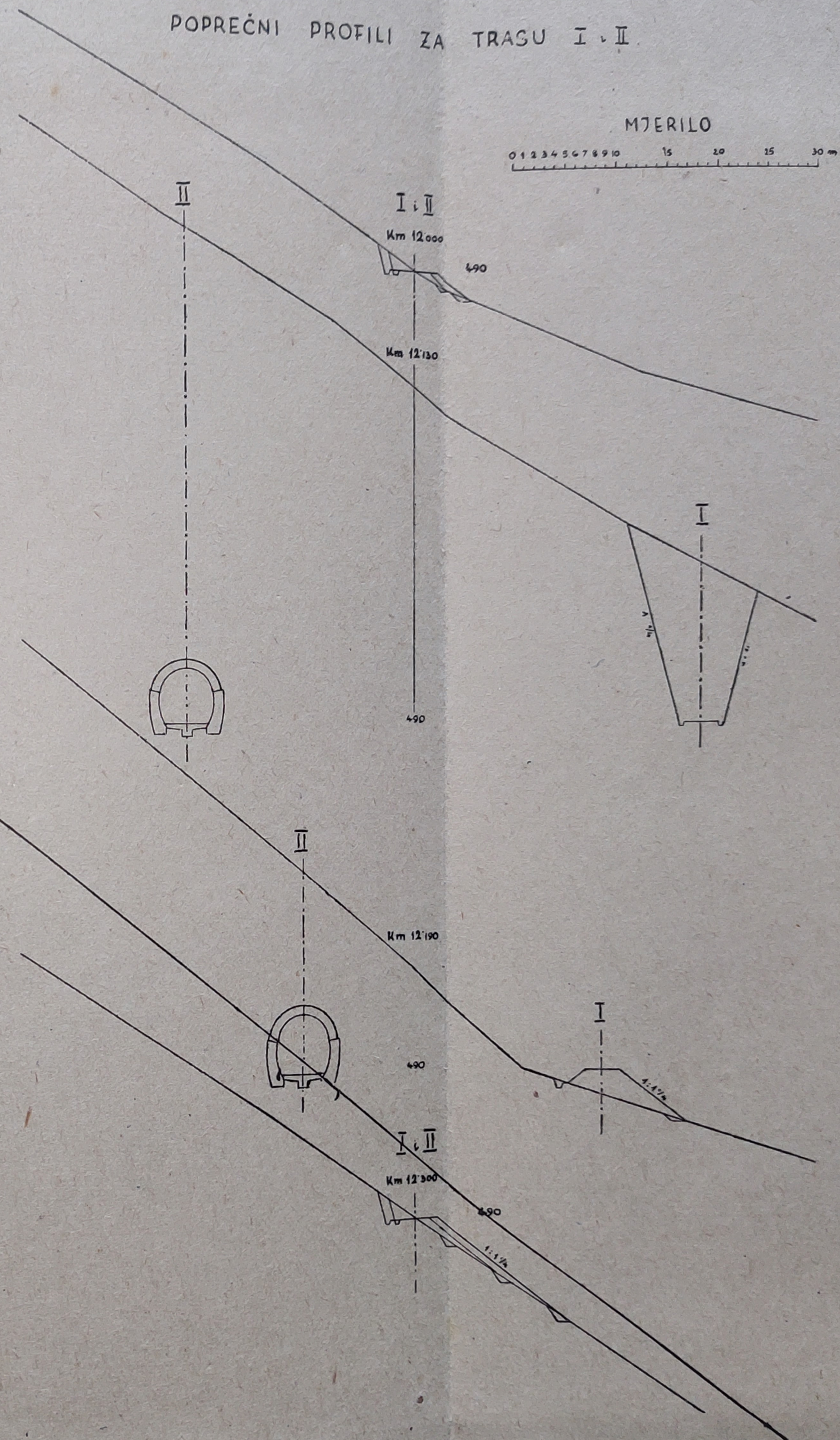
490

I
Km 12'805
490
II
Km 12'775

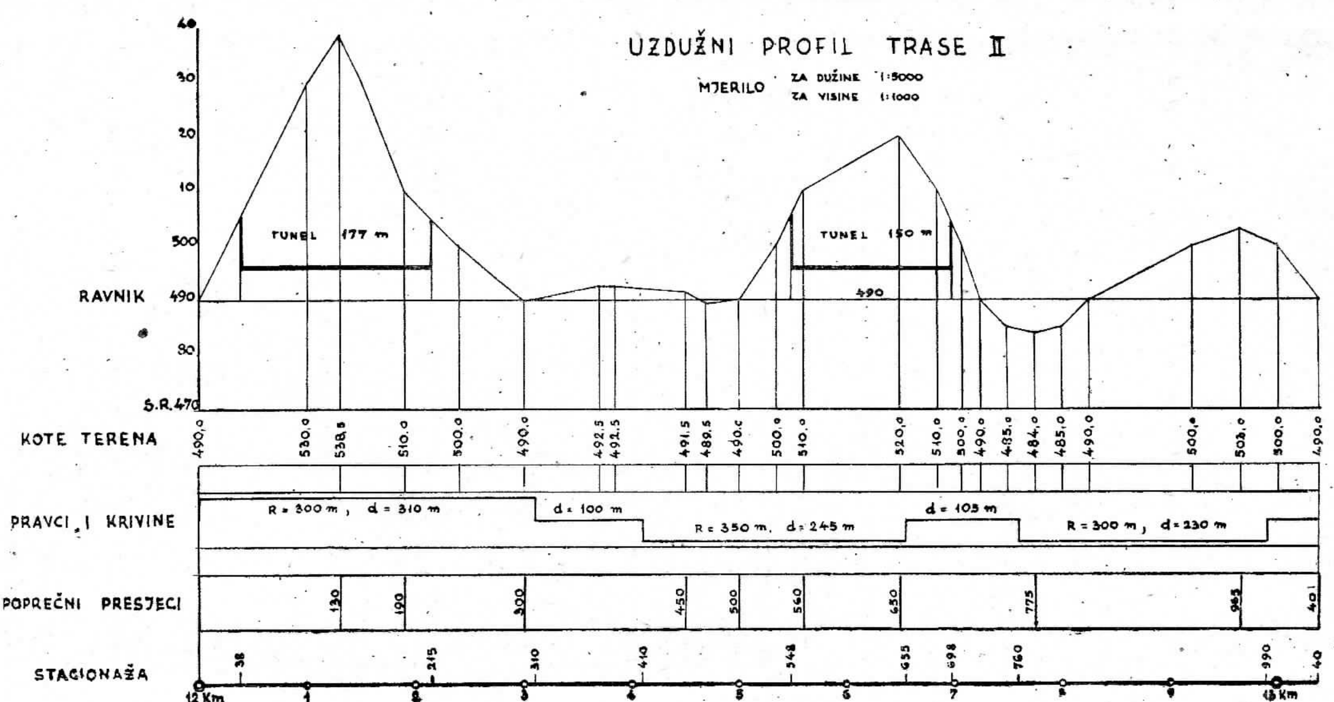
II
Km 12'965
I
Km 13'000
490

I i II
13'035 | 13'040
490

Sl. 124. Poprečni prerezi za trasu I.



Sl. 125. Poprečni prerezi za trasu II.



Sl. 123. Uzdužni prerez trase II.

za koju bi radovi bili najmanji (sl. 147.). Ali linija projekta ne će moći da ide po »nultoj liniji«, ona mora biti toliko ispružena, da se između pravaca u nju mogu umetnuti krivine, kojih polumjer ne smije biti manji od *Rmin*, utanačenog za tu prugu.

U situaciji (sl. 121.) ucrtane su dvije trase, I i II. Trasa I, deblje izvučena, sa manjim $R = 150—200$ m, koja se bolje prilagođuje terenu, i trasa II ispruženija crtkana sa većim $R = 300$ i 400 m. Iz uzdužnih prereza (sl. 122. i 123.) i poprečnih profila (sl. 124. i 125.) snimljenih otprilike na istom mjestu, vidi se razlika u radovima, koji bi se imali izvršiti kod obiju trasa, a koji su kod ispruženije trase mnogo veći. Ova je i kraća, što je od važnosti kad je pruga u usponu.

Uspon *u ‰*, koji ovako dobijemo, jest prosječni geometarski uspon u stanovitom odsječku pruge, ili barem na jednom staničnom odstojanju, bez obzira na ublaženje u krivinama, zbog većeg otpora voza u krivini, a koji je obratno razmjeran polumjeru krivine. Da dobijemo prugu jednakih otpora, morat ćemo iz prosječnog uspona izračunati mjerodavni uspon u pravcu, koji će biti veći od prosječnoga. Budući da u krivinama moramo smanjiti uspon za otpor krivine, tu izgubljenu visinu moramo da nadoknadimo u pravcu. (Sl. 63, str. 224.). Valja nastojati izbjegavati mjestimične male polumjere, osobito ako su krivine duge i zbog kojih bi se na tim mjestima, zbog većeg otpora, morala usporiti brzina voza. Zato ćemo nastojati da na čitavoj rampi, od njezina početka, t. j. od početka jačeg uspona, pak sve do njezina konca na vododijelnici, m j e r o d a v n i uspon bude jednak. Time postižemo jednako opterećenje lokomotive, a i brzina voza će biti jednaka na čitavoj rampi, što je iz saobraćajnih razloga potrebno.

Naši propisi (Pravilnik br. 14. od 1940. god. čl. 15.) preporučuje ove najmanje polumjere:

u lakom terenu i u ravnici i kod nagiba do 8‰ *Rmin* = 1000 m ili barem 700 m kod normalnih pruga, a *Rmin* = 500 m ili barem 400 m kod uzanih pruga 0.76 m;

u brežuljastom terenu i nagibu do 16‰ *Rmin* = 500 m ili barem 400 m kod normalnih pruga, a *Rmin* = 175 m ili barem 125 m za uzane pruge;

u teškom terenu i nagibu preko 16 do 25‰ *Rmin* = 300 m a izuzetno 275 m kod normalnih pruga, a za uzane i nagiba preko 16‰ *Rmin* = 125 m a izuzetno 100 m;

u vrlo teškom terenu i na sporednim prugama sa nagibom od 25‰ ili jačem, *Rmin* = 250 m, a izuzetno 200 m kod normalnih, a *Rmin* = 80 m na sporednim uzanim prugama.

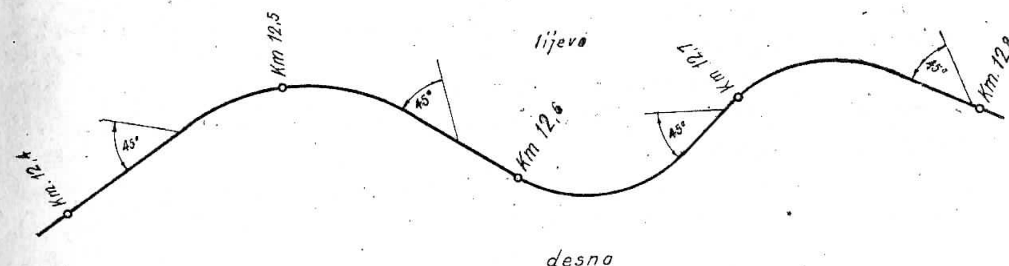
Prema tim propisima pravilnika br. 14. čl. 15. treba izbjegavati kratke krivine, jer one uzrokuju nemiran hod vozila, tako da dužina kružne krivine (bez prelaznice) mora biti kod normalnih glavnih pruga barem 30 m, kod sporednih barem 20 m, a kod uzanih sa brzinom od preko 40 km/sat

20 m i do 40 km/sat barem 10 m. Ako je čista kružna krivina suviše kratka, produžit ćemo je umetanjem krivine većeg polumjera. (Vidi str. 302. sl. 136.).

Ukoliko to po »Nultoj liniji« ne bude moguće, morat će se ta linija toliko ispružiti, dok to ne postignemo, a preskakat ćemo neke slojnice i dobit ćemo usjeke i nasipe. Ovakva »rastegnuta« linija će se i u visinama slagati sa linijom projekta, jer ima istu dužinu, što kod vijugave »Nulte linije« nije slučaj. Linija projekta ne može da je iskoristi, ona je ispruženija i preskače mnoge slojnice. Radovi su na njoj mnogo veći, jer ona ne ide po slojnici kao »Nulta linija« (sl. 121. i 122.) već ih siječe.

h. MJERENJE OSI PRUGE — ŠTACIONIRANJE

Os pruge označuje se u raznim kartama i planovima jednom crtom, izvučenom u cinoberu, a ako ima više varijanata, upotrebit će se razne boje: crvena, zelena, plava, žuta i t. d. Kod karata u razmjeri 1 : 100.000



Sl. 126. Svijetlo pada na prugu pod 45° s lijeva na desno

(1 : 75.000) označit će se svaki 5 km jednim malim krugom ili poprijećnom crtom. Ako su karte veće razmjere 1 : 25.000 ili naše nove karte 1 : 50.000, označit će se svaki km, a u slojnim planovima 1 : 1000 ili 1 : 2000 svaki metar, t. j. svakih 100 m kružićem polumjera 1 mm, dok svaki cijeli hektometar, t. j. svakih 100 m kružićem polumjera 1 mm, dok svaki cijeli km dvostrukim krugom. (Sl. 135.). Ovakvo mjerenje dužine pruge od jedne početne točke (početak pruge, sredina prijamne zgrade odvojne stanice i sl.) zovemo š t a c i o n i r a n j e. Svi radovi, koji se imaju izvesti na pruzi, označuju se po *km* ili *hm*, u kome se oni nalaze. Štacioniranje na kartama prikazuje nam horizontalne distance, kao što je i sama karta. Ali i kod štacioniranja pruge u terenu, mjerit ćemo uvijek samo horizontalne udaljenosti svih točaka jedne od druge.

Kao što mjerilo za karte može da bude različito, tako može da bude i ono za slojne planove, i to 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 2500 ili 1 : 2800.

Kod crtanja situacije pruge uzimamo, da svijetlo pada na os pruge sa lijeve strane pod kutom od 45° (sl. 126.). Prije se je običavalo crtati i obojiti sve usjeke, nasipe, jarkove, ravne, propuste, mostove, tunele, viso-

kogradnje i t. d., da se dobije na planu pruga onakva, kakva bi bila nakon dovršenja svih radova. Danas se taj suvišan posao više ne radi. Pruga se označuje na planovima jednom crtom u boji (cinober) i za nju izradi uzdužni profil. Ako se neki dio pruge oboji, onda će to biti ovako: Osvijetljene plohe i one u sjeni kod usjeka i nasipa obojit će se različito. U smjeru štacionaže osi pruge, plohe nasipa lijevo obojit će se svijetlo cinober-zelenom bojom, dok one desno, jer su u sjeni, obojit ćemo tamno cinober-zeleno. Plohe usjeka lijevo obojit će se tamno žeženom sijenom ili sepijom ili crvenom sepijom, jer su u sjeni, dok one desno, budući da su osvijetljene, obojit će se svijetlo žeženom sijenom (sl. 127.).

Projekat jedne trase, koja se predlaže na odobrenje, a osobito onaj koji se daje interesentima na uvid, dobro je da je izrađen i obojen, tako da se iz njega vide svi radovi na pruzi: usjeci, nasipi, objekti, tuneli, stanice, križanja i preloženja puteva i vodotoka i t. d.

Os pruge izvući će se u cinober-crvenoj boji ———⊙——— (Km 23·0) a isto tako će se ispisati *km* i *hm*. Izvlači se i ispisuje nakon obojenja situacije. (Sl. 135.).

Dvije usporedne crte ravnika i jaraka i sve konture valja izvući tanko crnim tušem (sl. 127.).

Dno jarka obojiti žeženom sijenom svijetlom laganom bojom.

Stepeni: u usjeku žežena sijena svijetla lagana boja, u nasipu cinober-zelena svijetla lagana boja.

Uopće sve ravne plohe valja obojiti laganom bojom, ako je usjek sijenom, ako je nasip zelenom bojom.

i. UZDUŽNI PREREZ (PROFIL)

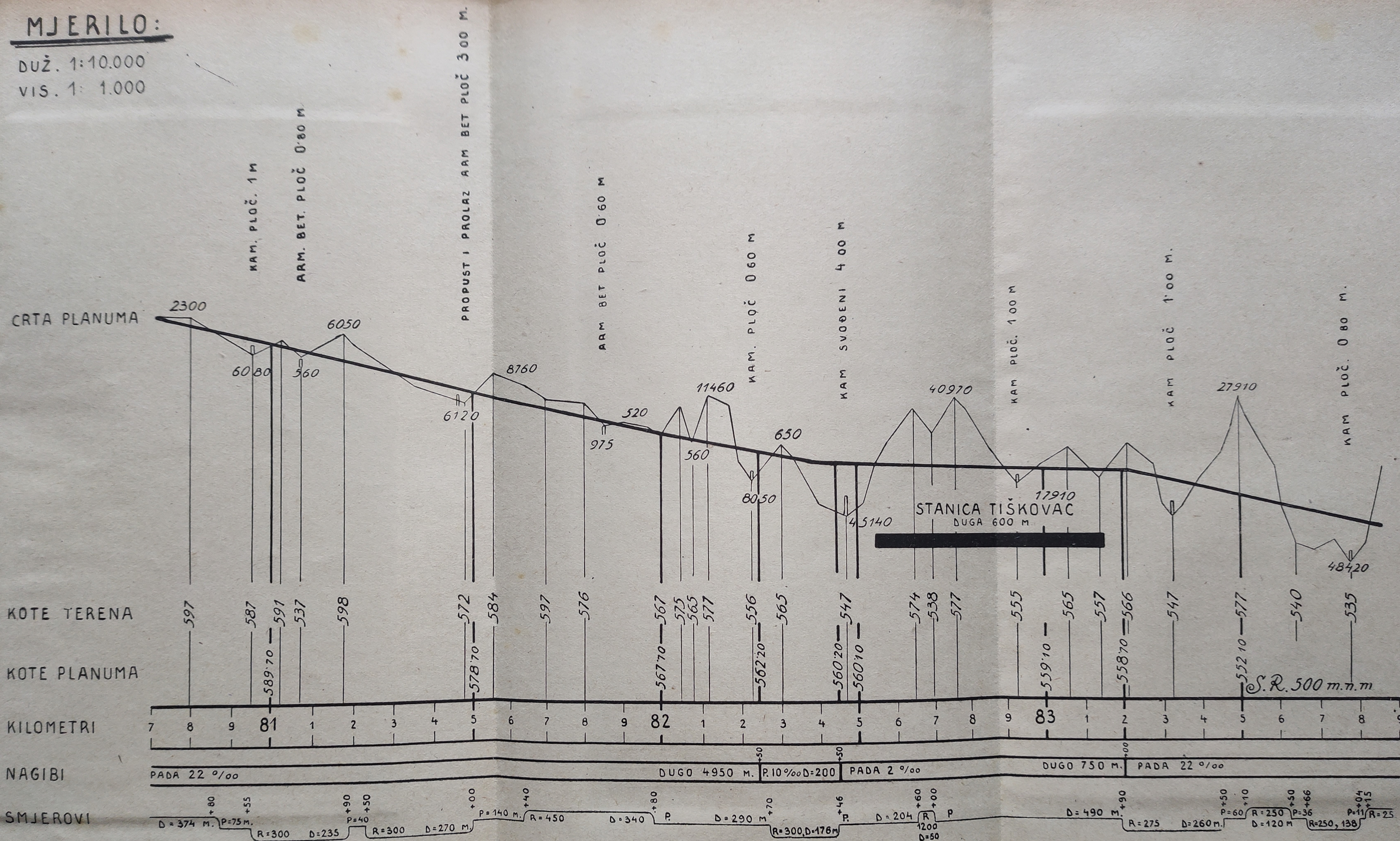
Nakon što je pruga položena u kartama ili u slojnim planovima, valja je izmjeriti (štacionirati) i nanijeti njezin uzdužni prerez:

Uzdužnih prereza ima raznih mjerila:

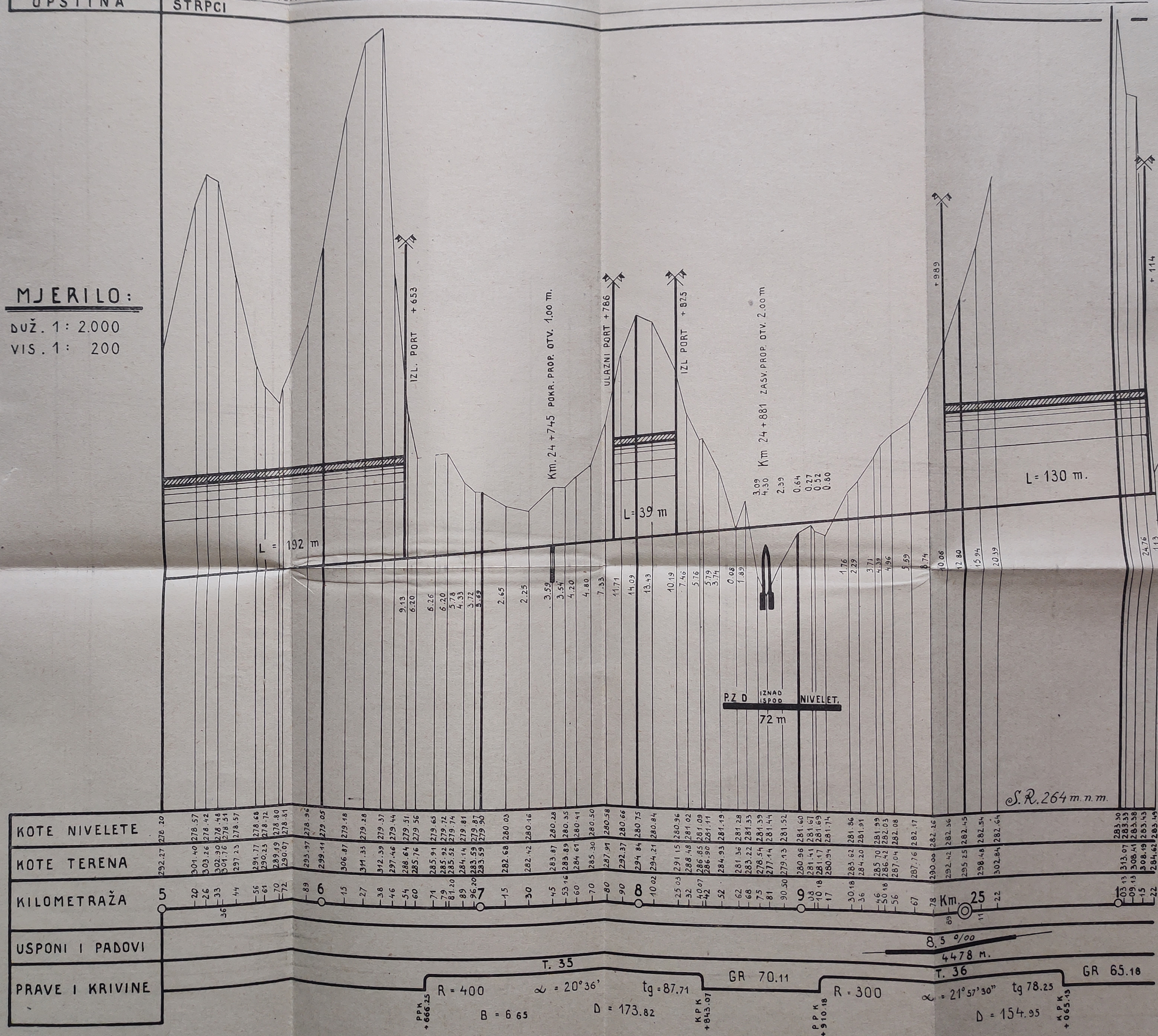
	za dužine:	za visine:
Generalni uzdužni prerez u mjerilu	1 : 100.000,	1 : 2000 (sl. 67. do 70.).
Specijalni „ „ „ „	1 : 10.000	1 : 1000 (sl. 128.).
Detaljni „ „ „ „	1 : 2.000	1 : 200 (sl. 129.).

Generalni uzdužni prerez (sl. 67. do 70.) je kako mu i ime kaže općenit. Glavno je kilometraža, prema kojoj se odnosi sve u njemu. Ispod ili iznad nje nanijeti su smjerovi i nagibi, a poviše kote terena, kote nivelete i event. geološki profil. Deblja horizontalna crta označena sa *RS* je visina ravni sravnjenja prema razini mora.* Iznad ove crte nanosi se teren kako ga

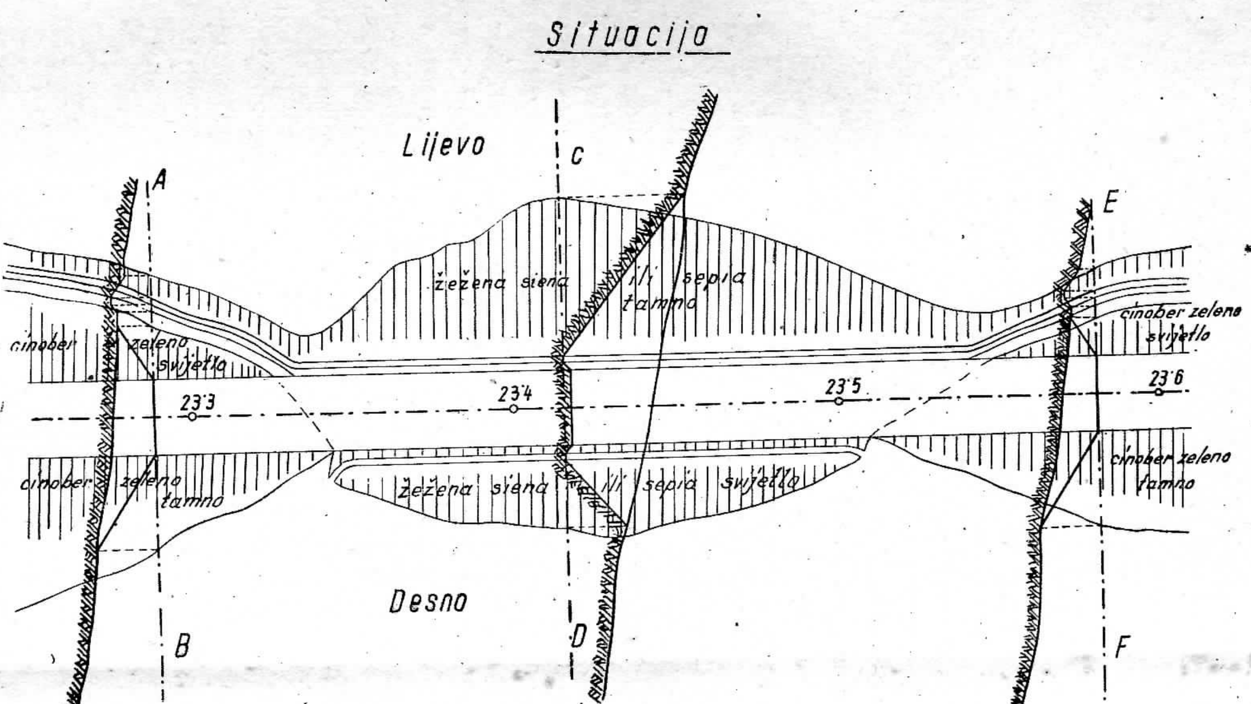
* Sve karte i planovi na kojima vršimo studije i projekte za razne željezničke pruge, ceste, kanale i sl. odnose se prema nadmorskoj visini toga predjela, označenoj kotama ili slojnicama na karti ili na planu. Kota 0.000 u našim krajevima je srednja razina Jadranskog mora u Trstu, određena mareografom i medimaremetrom i viša je za 5 m od one za Njemačku na ušću Labe.



Sl. 128. Specijalni uzdužni profil



Sl. 129. Detaljni uzdužni profil



Sl. 127. Situacija zemljanih radova

presijeca vertikalna ravnina kroz os pruge. Konture terena izvučene su tankom crtom crnim tušem, a niveleta (planum) debljom u crvenom cinoberu. Između ravni sravnjenja *RS* i terena opisano je crno postojeće stanje: putovi, rijeke i sl. koje pruga siječe, a iznad nivelete crveno-cinober svi radovi: propusti, mostovi, tuneli, prijelazi sl. koji će se izvesti, sve u glavnim crtama. Na vrhu gore označena je narodna republika, okrug, kotar i M. N. O.

Specijalni uzd. prerez (sl. 128.) sadrži sve kao gore, ali budući je mjerilo veće, sve je podrobnije.

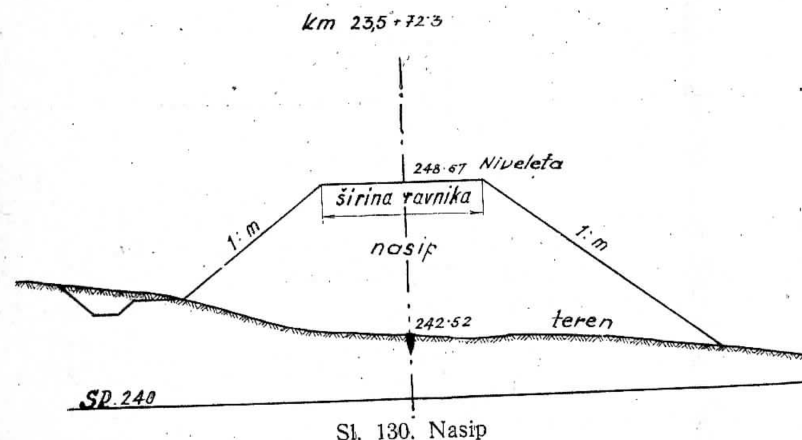
Iz detaljnog uzdužnog prereza (sl. 129.) treba da se vide svi radovi, koji se imaju izvesti. I on je prijesjek vertikalne ravnine u osi pruge sa terenom, iz kojega se u detalju vide svi lomovi i razlike visina u terenu i u niveleti. Konturna crta prereza sa terenom izvlači se crnim tušem, plohe usjeka nad planumom obojit će se svijetlo žutom (gumigut), plohe nasipa ispod planuma obojit će se laganom karmin-crvenom bojom. Dvije usporedne crte, koje sijeku crtu terena, jesu niveleta i planum (ravnik) i izvuku se crveno cinober. Poviše ovih crta opisat će se svi radovi: objekti, prijelazi u razini, stražare i t. d. u cinoberu. Na odnosne položaje prema daljini i niveleti ucrtat će se svi takovi radovi u odgovarajućem mjerilu crvenim cinoberom i ispisat će se: Propust pokriven 0.8 m širine, Propust zasveđen 3.0 m širine, Stražara, Prijelaz u razini 4.0 m širok, Nadvožnjak 8.0 m širok i t. d. Mjerilo uzdužnog profila je različito za dužine i za visine, tako da su objekti i drugi radovi ucrtani u razvučenom mjerilu, širina im je mala, dok im je visina velika u omjeru 1 : 10. Ispod toga vodoravnim pravcem prikazana su u dužini projekcije na vertikalnu ravninu kroz os pruge sva preloženja glavnih putova cinoberom crveno, seoski putovi smeđe, vodotoci i rijeke modro, a sve, što postoji i što pruga siječe, izvući će se i opisati crnim tušem. Nešto niže ispisat će se između dvije vodoravne crte u cinoberu kote nivelete u svim njezinim lomovima, *u hm* i na mjestima poprečnih prereza, a malo niže isto između dvije ravne crte ispisat će se u crnom tušu odnosne kote terena na tom mjestu. Vodoravna deblja crta ispod kota označuje ravninu sravnjenja *R.S.*, na koju se odnose sve kote uzdužnog profila. Ispod toga označuju se nagibi nivelete *u ‰* i njihove dužine u *m,* još niže odnosi krivina (smjerovi) i njihove dužine, a na koncu pri dnu *km, hm* i mjesto svakog poprečnog prereza.

j. POPREČNI PREREZI

Za općeniti projekat, koji pravimo na osnovu slojnih planova, tlocrt (situacija) je u razmjeri 1:1000, a uzdužni prerez 1 : 2000 za dužine i 1 : 200 za visine. Ucrtava se tlocrt, računaju se i izravnavaju kubature na temelju poprečnih prereza nanesenih iz slojnih planova, redovito u razmjeri 1 : 200. Za detaljni izvedbeni projekat, za sve gornje radove, dakle za tlocrt i uzdužni prerez, upotrebit ćemo ista gornja mjerila, ali poprečne prereze snimit ćemo u naravi na terenu i nanijeti ćemo ih u razmjeri 1 : 100.

Poprečni prerezi prikazuju nam prijesjek vertikalne ravnine okomite na os pruge sa terenom, snimljenim lijevo i desno iz jedne karakteristične točke terena u osi pruge, čija nam je štacionaža t. j. udaljenost od početka ili od koje druge poznate točke pruge, kao i njezina visina poznata. U ove poprečne prereze ucrtavamo prema T. U. (tehničkim uslovima) i normalijama ocrt radova, t. j. željeznički trup (sl. 130. i 131.), koji se ima izvesti na tom mjestu u njegovom pravom položaju prema osovini i visini (niveleti). Da bismo ucrtali tlocrt (situaciju) stanovite trase, morat ćemo iz svih naročito odabranih točaka u osi pruge, okomito na nju, prenijeti iz odnosnog poprečnog prereza (profila), horizontalnu udaljenost lijevo i desno svih točaka, koje označuju ravnik, rubove jarka, rubove i nožicu usjeka i nasipa, i eventualnih građevina u tome profilu: zidova, putova, jaraka i t. d. Ako sve tako nanesene točke iz poprečnih profila spojimo, dobit ćemo situaciju za taj dio trase (sl. 127.).

Mjerilo za poprečne prereze je redovito 1 : 100, a može biti i 1 : 200, gdje se ne traži velika točnost, kao na pr. kod pretprojekta ili za generalnu trasu po slojnim planovima.

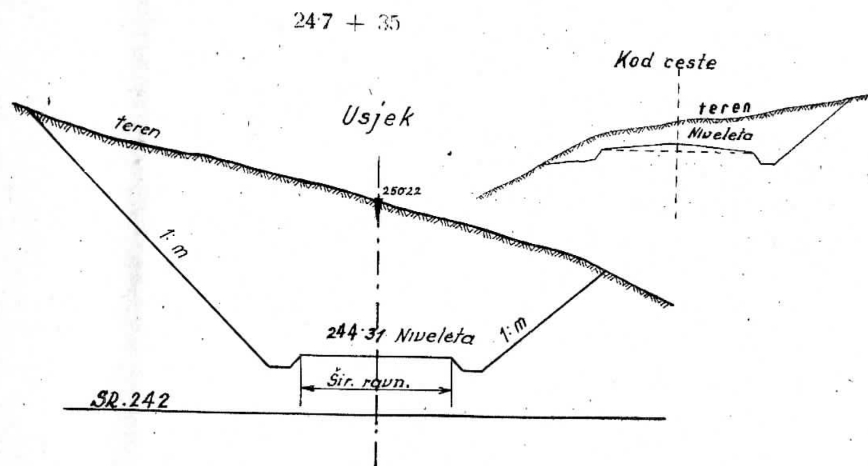


Sl. 130. Nasip

Točke u osi pruge, u kojima se snimaju poprečni prerezi određuju se kod štacioniranja pruge, t. j. kod mjerenja horizontalnih dužina od jedne početne točke, svih točaka, kojima je trasa na terenu označena. One moraju biti tako odabrane, da nam srednja tih dvaju prereza što točnije daje srednji prerez terena okomito na os pruge odsječka između te dvije karakteristične točke. Kubatura, koju ćemo dobiti između srednje plohe tih dvaju poprečnih prereza nakon ucrtanja željezničkog trupa u njima, pomnožena sa daljinom od jednoga do drugoga, mora da nam što točnije dade kubaturu zemljanih radova između njih. Mjesta, u kojima se snimaju po-

prečni prerezi, mogu da budu točke obilježene pruge, kao i nove umetnute prilikom štacioniranja.

Udaljenost poprečnih prereza zavisit će od konfiguracije terena. Ne treba ih uzimati ni previše ni premalo. U ravnom terenu uzimat ćemo ih na svakih 30—50 m, u valovitom i neravnom terenu na svakih 20—30 m, a u još neravnijem na svakih 5—10 m. U kršu i planini uzimat ćemo ih i bliže, a mjestimično i do na 1 m jedan od drugoga. Nastojat ćemo da razmaci između dva prereza budu zaobljeni na 10, na 5 ili barem na 1 m zbog lakšeg računanja. U teškom terenu, u planini, morat ćemo kadgod ići i na dm. Štacioniranje vrši iskusan inženjer ili tehničar sa dovoljnom praksom.



Sl. 131. Usjek

Po poprečnim prerezima računaju se i izjednačuju kubature, a nakon svršenih radova obračunavaju se zemljani radovi.

Kubature se računaju po obrascu

$$O = \frac{Pl_1 + Pl_2}{2} \cdot d$$

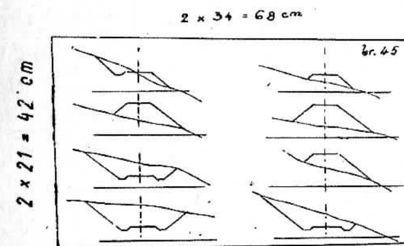
O je kubatura između ploha Pl_1 i Pl_2 susjednih poprečnih prereza željezničkog trupa, a d je njihova međusobna udaljenost. (Vidi knjigu III.).

Širina terena, koji će se snimiti za poprečni prerez zavisi od razlike visina osi pruge (nivelete) i terena u toj točki, o nagibu tla i od pokosa usjeka ili nasipa, kao i o radovima, koji se na tom mjestu predviđaju. Redovito se snima 20—30 m sa svake strane osi pruge. U strmom terenu i kod većih radova i više. Poprečni prerez mora biti toliko široko snimljen, da se u nj mogu ucrtati svi radovi na tom mjestu.

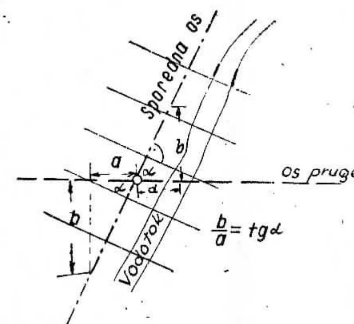
Na poprečnim prerezima detaljnog izvedbenog projekta ne smije se ništa strugati, jer su to isprave za obračun. Ustanovi li se naknadno kakva griješka, onda će se pogrešno precrtati i ucrtati ispravno drugom bojom, ali tako, da se vidi što je prije bilo. Ovakve ispravke moraju se unijeti u građevni dnevnik.

Poprečni prerezi za generalnu osnovu iz slojnih planova crtat će se redovito na milimetarskom papiru u razmjeri 1 : 200. Oni za detaljnu izvedbenu osnovu u razmjeri 1 : 100, na posebnim arcima risaćeg papira za poprečne prereze veličine 4 formata 21 × 34 tako, da će listovi biti 42 cm na 68 cm, a moraju biti numerirani po redu (sl. 132.).

Ako se slučajno naknadno umetne koji poprečni prerez ili u njima ustanovi kakova griješka, **t o s e m o r a p o s e b n o o z n a č i t i i u n i j e t i u g r a đ e v n i d n e v n i k.**



Sl. 132. Raspored poprečnih prereza



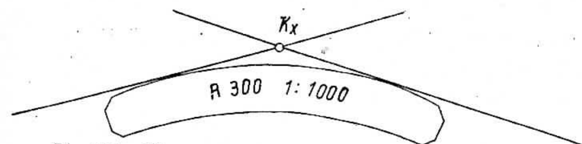
Sl. 133. Sporedni poprečni prerezi

Poprečni prerezi se snimaju redovito okomito na smjer osi pruge lijevo i desno, ali po potrebi mogu biti okomiti i na koju drugu sporednu os, koja je nagnuta pod stanovitim kutom prema osi pruge (sl. 133.). Takve zovemo sporedni poprečni prerezi, a služe nam za razna preloženja putova, vodotoka i sl.

Kod poprečnog prereza moramo da snimanjem što manjeg broja terenskih točaka iz poznate točke u osi pruge, okomito na os snimanja lijevo i desno, t. j. u smjeru poprečnog prereza, nakon ustanovljenja njihove daljine od osi pruge i razlike visine prema toj točki, karakteriziramo teren u tome prerezu tako, da nakon što ucrtamo željeznički trup ili koju drugu građevinu na tome mjestu, budemo u stanju ustanoviti točne plohe svih radova u tome prerezu: otkopa, nasipa, zidova i t. d. Za svaku snimljenu točku moramo utvrditi njezinu horizontalnu udaljenost od osi snimanja i njezinu visinsku razliku prema točki u osi snimanja, koje nam je visina poznata.

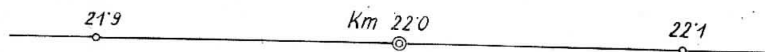
k. OZNAČIVANJE OSI PRUGE U KARTAMA I U SLOJNIM PLANOVIMA

Os pruge označuje se jednom crtom, sastavljenom iz pravaca i krivina, koja se izvuče u cinoberu. (Sl. 136.).



Sl. 134. Umetanje krivine šablonom između tangenta

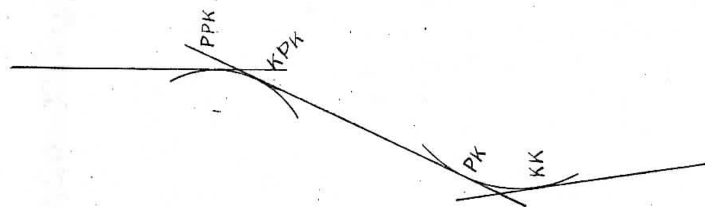
Na našim sekcijskim kartama u razmjeri 1 : 100.000 i na starim specijalnim kartama razmjere 1 : 75.000 označuje se svaki 5. *km,* a na našim novim kartama razmjere 1 : 50.000 i starim topografskim kartama ra-



Sl. 135. Os pruge sa označenim hm i km

zmjere 1 : 25.000 označuje se svaki km. Za ucrtanje krivina između pravaca imamo šablone od celuloida ili tvrde ljepenke raznih radiusa i razmjera (sl. 134.).

U slojnim planovima razmjere 1 : 1000 ili 1 : 2000 označuje se svaki *hm,* t. j. svakih 100 m. *Km* i *hm* označuju se, prvi sa dva mala kruga sa središtem u osi pruge, a *hm* jednim krugom priječnika 1.5—2 mm. (Sl. 135.).



Sl. 136. Os pruge — pravci i krivine

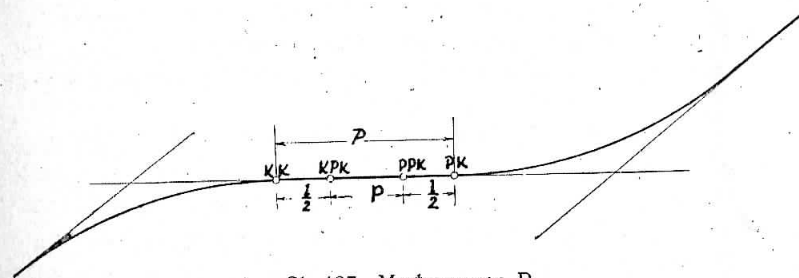
Krivine između pravaca umeću se pomoću netom spomenutih šablona, a nikako šestilom, jer bi se planovi pokvarili. Šablonu prislonimo uz obje tangente tako da joj ih rubovi tangiraju, pak po njoj izvučemo odnosnu krivinu i pod njom upišemo veličinu radiusa u metrima (sl. 134.). Kod

većeg kuta, koji tangente zatvaraju, upotrebit ćemo veći radius, kod manjeg kuta manji, ali nikako manji od propisanog *Rmin* i paziti, da dužina krivine ne bude previše mala (vidi str. 294. i 295.). (Sl. 136.).

l. MEĐUPRAVAC

Pri polaganju trase moramo paziti, da između dvije susljedne umetnute krivine ostane dovoljno dug međupravac *P* (sl. 137.). Njegova je dužina zavisna od dužine prelaznih krivina dotičnih kružnih krivina i o čistom međupravcu *p,* koji mora da ostane između konca jedne i početka druge prelazne krivine, t. j. od *KPK* do *PPK.* (Vidi Pravilnik br. 14, čl. 18. i 19.).

Kod polaganja osi pruge u slojne planove, n e ć e m o računati niti ucrtavati prugu sa prelaznim krivinama, jer bi to bio uzaludan posao. Valja jedino ostaviti među dirkama susjednih kružnih krivina, ovisno o redu pruge, barem oko 100 do 200 m međupravca *P* između konca (dirnica) jedne kružne krivine *KK* i početka susjedne kružne krivine *PK.* Ta dužina



Sl. 137. Međupravac P

treba da je barem tolika, da u njoj ima mjesta za čisti međupravac *p* i za dvije polovice susjednih prelaznih krivina l_1 i l_2. U detaljnoj situaciji, koju nanosimo prema pruzi iskolčenoj u terenu i na terenu izmjerenim kutovima koje tangente zatvaraju, valja to provesti prema propisima za prelazne krivine dotične željeznice (sl. 137.). Pravilnik br. 14. iz 1940. god.

P = razmak između dirnica kružnih krivina

Prema *TV** čisti pravac *p* od konca prelazne krivine *KPK* do početka slijedeće prelazne krivine *PPK* iznosi p_{min} = 30 m, ali bolje je, da se kao minimum uzme p_{min} = 50 m, osobito kad saobraćaju brzi vozovi. Prema T. V. § 4. t. 5. ovaj čisti međupravac *p* između dvije krivine protivnog smjera treba da je u minimumu dug $\frac{V}{2}$ u *m,* gdje je *V* najveća brzina voza u *km* po satu. Manje međupravce valja izbjegavati ili sasvim izostaviti. Ovo propisuje i naš Pravilnik br. 14. u čl. 19. t. 6. i 7. iz. 1940. g.

* T. V. = Technische Vereinbarungen. (Tehnička utanačenja.)

Razlog je u tome, što se na rampi prelaznice vozila smire u tom nagibu, dok bi se prijelazom u pravac taj nagib mijenjao. Kad međupravca nema, isti taj nagib se produžuje u prelaznici krivine protivnog smjera, vozila zadržavaju svoj položaj i vožnja biva mirnija.

Zato, ako međupravac ne može da bude dovoljno dug, bolje je, da ga nema, ili da bude samo 1 m (Pravil. br. 14. toč. 7.).

U Austriji na alpskim željeznicama, pod koje je spadala i naša Bohinjska pruga, zbog teškog planinskog terena uzet je p_{min} = 10 m. U Srbiji po srpskim bivšim propisima, p_{min} iznosio je:

a) gdje nema teškoća i nije skopčano sa znatnim povišenjem troškova: KK do $PK = P = 3/2 \cdot (l+l_1) + 30$ m

b) u težem terenu, gdje bi pod a) izazvalo velike izdatke:
KK do $PK = P = 1/2 \cdot (l+l_1) + 30$ m

c) po naročitom odobrenju direkcije za građenje:
KK do $PK = P = 1/2 \cdot (l+l_1) + 10$ m.

Dalje propisuju isti propisi:

1. Pravce kraće od 100 m treba izbjegavati,

2. Prijelaz iz pravca u krivinu ili iz krivine jednog radiusa u krivinu drugog radiusa, ne smije se poklapati sa prelomima padova na manje od 16 m, isto tako ne na mostovima, barem 10 m od unutarnje strane ivice mosta.

Ako između dvije krivine istog smjera dobijemo kratki pravac, bit će bolje te dvije krivine spojiti trećom krivinom, a ne pravcem. Dobit ćemo sastavljenu (složenu) krivinu, čime vožnja postaje mirnija. Nadvišenje između dvije krivine početne i krajnje ne ćemo smanjivati prema umetnutoj trećoj krivini, koja će redovito biti većeg polumjera, jer će time vožnja biti mirnija.

Za iskolčenje definitivne osi pruge u terenu moramo računati sve krivinske funkcije uzevši u obzir promjene, koje će nastati zbog umetanja prelazne krivine.

Kod tog umetanja pomaknut će se čista krivina prema unutri, t. j. prema svome središtu, a to pomicanje bit će to veće, što je polumjer krivine manji. (Vidi str. 331. i 332.). (Sl. 165.).

Kako je već spomenuto, šablonu ćemo namjestiti tako, da joj rubovi dodiruju obje tangente, pak ćemo po tom rubu izvući odnosnu kružnu krivinu i upisati njezin radius 250, 300, 350 m i t. d. Mjerilo šablone mora da odgovara mjerilu plana ili karte, na kojoj se radi, ili ćemo ga preračunati na to mjerilo. Kod polaganja osi pruge ne smijemo nikako zaboraviti na prelazne krivine i na međupravce, osobito između dvije krivine od R_{min} protivnog smjera. Zato kod ucrtanja osi pruge u kartama, u težem terenu ili kod razvijanja zaokretajima, izrezat ćemo u mjerilu karte šablone dviju krivina protivnog smjera od R_{min}, sa minimalnim međupravcem, ili 2/3 kruga sa tangentama, kako je to prikazano na slici 138. i 139.

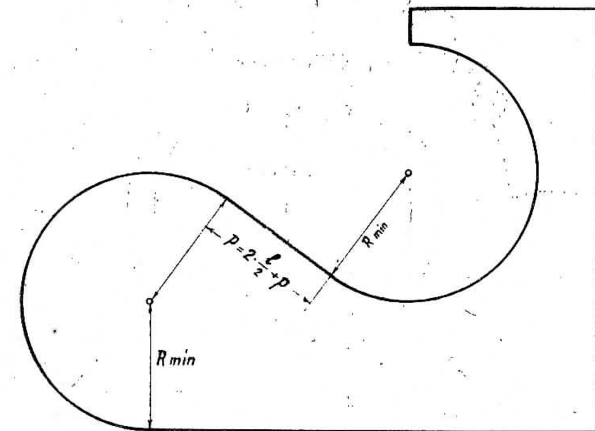
Za ucrtanje krivina u kartama postoje šablone od celuloida sa krivinama od R maloga do R velikog (slika 140.).

Na slici 137. je:

P = međupravac između dirnica susjednih kružnih krivina:

l = dužina prelazne krivine zavisne od R i brzine voza V za stanovitu širinu kolosijeka, gdje je V brzina voza u *km/h*.

p = dužina čistog međupravca između dvije prelazne krivine, koji je u minimumu u novije vrijeme $= \frac{V}{2}$ *km/h*.



Sl. 138. Šablona protukrivina od R_{min} sa međupravcem P



Sl. 139. Šablona krivine sa tangentama

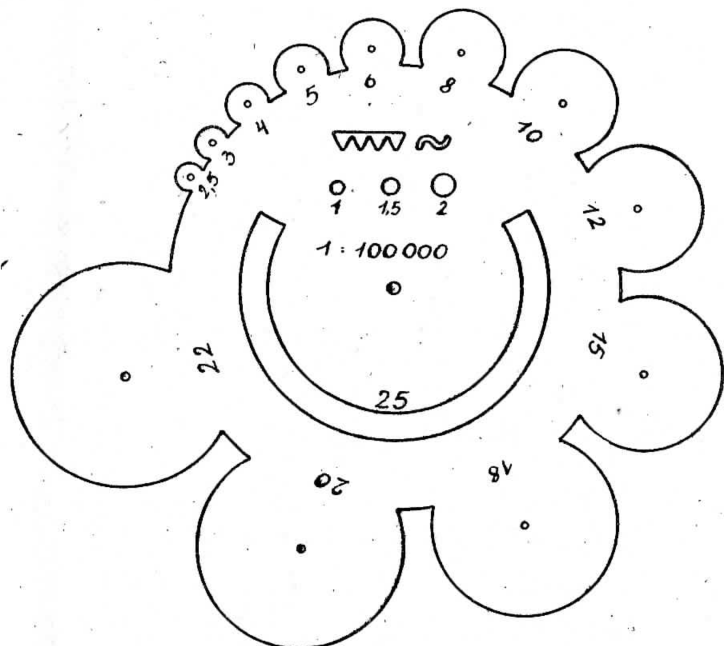
Ako su međupravci kratki, oni uzrokuju nemirnu vožnju.

Kako je već spomenuto, kod sjecišta dviju tangenata umetnut ćemo po rubu šablone krivinu i upisati njezin radius. Ne smijemo nikada ucrtavati krivine šestilom. Kod oštrijih tangentnih kutova i dugih krivina, kod jakih zaokretaja, ne će biti moguće unijeti u slojne planove krivinu šablonom, jer su one previše kratke, pak bi nadostavljanjem jedne do druge pogreška bila preveć velika, što bi moglo da izazove većih razlika u kubaturama. U ovakvu slučaju morat ćemo u mjerilu situacije i za te manje radiuse izrezati polovicu do čitavog kruga takva radiusa iz tanke ljepenke ili tvrdog risaćeg papira, pak po njemu ucrtati odnosnu krivinu.

Kod dugih pravaca, koji idu preko nekoliko slojnih planova, a ne mogu se ravnalom točno produžiti, i nakon što smo slojne planove točno sasta-

vili, nategnut ćemo nit čvrstog konca i pod njom pikirati nekoliko točaka toga pravca pak ih spojiti.

Pred rastavljanjem ovakvih planova morat ćemo na njima napraviti marke ukoliko nisu već napravljene, da se listovi mogu ponovno sasvim točno sastaviti, kako je to već spomenuto, kada se govorilo o slojnim planovima. Kod toga ne smijemo zaboraviti da slijedeći list mora uvijek da bude donji, da se ne bi zamazao pri izvlačenju tušem.



Sl. 140. Šablona raznih radiusa

Mnoge niže navedene odredbe, koje su sastavljene u Direkciji za građenje novih željeznica, kao i one sadržane u Pravilniku br. 14. od 1940. godine, spadaju u gornji stroj, ali one imaju važnosti i za ispravno polaganje trase novih pruga, kao i za pravilnu izgradnju njihovog donjeg stroja, pak ih zbog njihove važnosti ovdje prenosimo. Ukoliko ovdje ne bude sve potrebno navedeno, upućujemo na spomenute propise G. Ž. br. 4325/37. i na Pravilnik br. 14. od 1940. god.

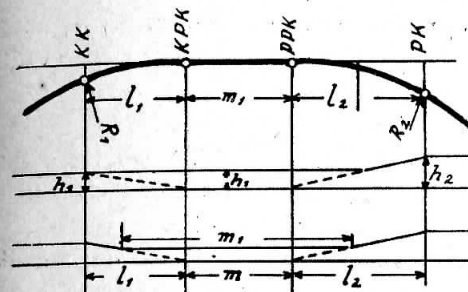
Čl. 6. ovih propisa i čl. 19. Pravilnika br. 14. određuju:

1. Dužina međupravca *m*, između prelaznih rampi susjednih kružnih krivina istog smisla (sl. 141.) ima biti:

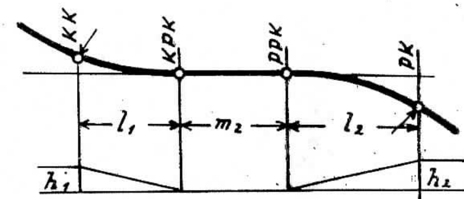
Na prugama normalnog kolosijeka sa brzinom do 60 km/sat najmanje 20 m, do 80 km/sat najmanje 30 m i preko 80 km/sat najmanje 50 m.

Na prugama uzanog kolosijeka sa brzinom do 40 km/sat najmanje 10 m i preko 40 do 60 km/sat najmanje 20 m.

2. Kraće međupravce između krivina istog smisla treba izbjegavati ili ih zamijeniti većim lukom. Ako to ne bi bilo moguće, onda treba nadvišenje blaže krivine provesti na cijeloj dužini međupravca, ili se može izvršiti u samom međupravcu takvo nadvišenje, da dužina između prelaznih rampi dobije propisanu dužinu.



Sl. 141. Međupravac između krivina istog smisla



Sl. 142. Međupravac između krivina suprotnog smisla

3. U krivinama suprotnog smisla (sl. 142.) dužina međupravca m_2 između prelaznih rampi ima biti:

Za normalne pruge:

Kod brzina	do	50	km/sat	najmanje	10 m
„	„ preko	50—60	„	„	20 m
„	„ „	60—80	„	„	30 m
„	„ „	80—90	„	„	40 m
„	„ „	90—100	„	„	50 m
„	„ „	100—110	„	„	60 m
„	„ „	110	„	„	80—100 m

Za uzane pruge:

Kod brzina do 40 km/sat najmanje 10 m

Kod brzina preko 40—60 km/sat najmanje 20 m

4. Kod kružnih krivina bez prelaznice, ali sa prelaznim rampama, navedene najmanje dužine međupravaca imaju da budu između prelaznih rampi, a kod krivina bez prelaznice i bez prelaznih rampi, mora da budu te dužine između kraja jedne i početka druge krivine. (Ova točka 4. ne dolazi u obzir kod novogradnja. Op. pisca).

5. Na sporednim staničnim kolosijecima, po kojima ne saobraćaju cijeli vozovi, kao i na industrijskim kolosijecima između krivina suprotnog smisla, međupravci moraju biti najmanje 6 m dugi.

6. Krivine suprotnog smisla mogu biti i bez međupravca, u kome se slučaju prelazne krivine dodiruju. Tada moraju imati obje šinje u prelaznim rampama između krajeva prelaznih krivina jednostavan nagib (vidi prilog 3.), pri čemu penjanje jedne šinje prema drugoj ne smije biti veće nego što je određeno u čl. 4. toč. 2.

Dozvoljeno je, da između prelaznih krivina bude međupravac od najviše 1 m i da se ipak izvrši jednostavni nagib. (Pravilnik br. 14. čl. 19. t. 7.).

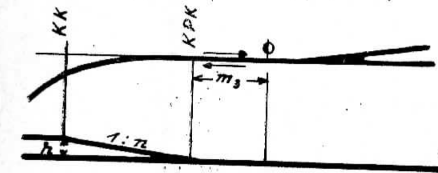
Uređenje krivina suprotnog smisla na prednji način primjenjuje se, ako međupravac ne bi imao propisanu dužinu, te se time može izbjeći smanjivanje brzine zbog nedovoljnog međupravca kod postojećih pruga.

Kod građenja novih pruga ovaj slučaj bez međupravca valja izbjegavati i nastojati da on ne bude kraći od $V/2$ gdje je brzina V u *km/sat* vozova koji će saobraćati na toj pruzi. (Vidi str. 303.).

Čl. 7. Pravac ispred i iza stanica.

1. Ispred sastava, kod vrha jezička skretnice, na kojoj vozovi idu uz jezičak, ima biti po pravilu pravac m_3 dužine: kod normalnih željeznica najmanje 20 m.

U teškim mjesnim prilikama dozvoljava se kao krajna granica kod brzina do 60 km/sat najmanje 7.5 m; kod brzina preko 60—80 km/sat 10 m; kod brzina preko 80 km/sat 20 m.

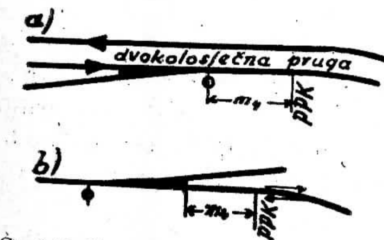


Sl. 143. Pravac pred sastavom uz jezičak

Kod uzanih željeznica najmanje 10 m, u teškim mjesnim prilikama dozvoljava se kod brzina do 40 km/sat najmanje 7.5 m.

Ovaj pravac računa se od kraja prelazne krivine do početka skretnice (sl. 143.).

2. Iza sastava izlazne skretnice, po kojoj vozovi idu samo niz jezičak, na pr. kod dvokolosiječnih pruga, kao i na kraju proste skretnice pri vožnji uz ili niz jezičak, pravac m_4 treba da ima dužinu od najmanje 7.5 m. (Sl. 144.).



Sl. 144. Pravac pred sastavom niz jezičak



Sl. 145. Pravac između dvije skretnice

3. Pravac m_5 između dvije skretnice sa odvajanjem u istom ili suprotnom smislu mora biti:

kod normalnih pruga i

brzina do 50 km/sat najmanje 5 m
brzina do 80 km/sat najmanje 7.5 m i
brzina preko 80 km/sat najmanje 15 m.

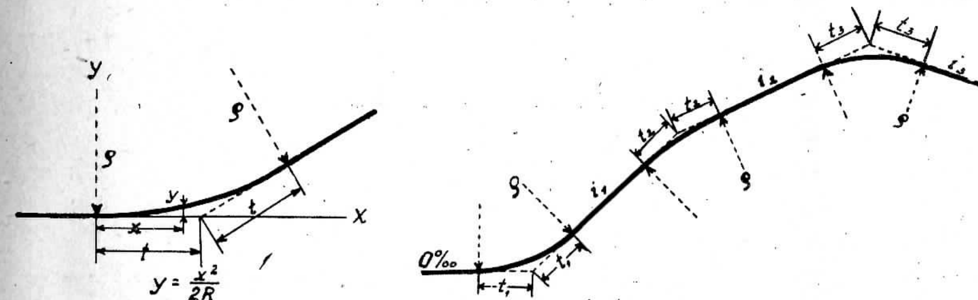
Kod uzanih pruga i kod brzina do 20 km/sat najmanje 5 m, brzina do 40 km/sat najmanje 7.5 m i brzina preko 40 km/sat 10 m. (sl. 145.).

4. Najmanja dužina pravca u glavnim kolosijecima ispred engleskih skretnica iznosi 15 m.

Čl 8. Lomovi nivelete.

1. Lomove nivelete, ako razlika u nagibima prelazi 2‰, treba zaokružiti kružnom krivinom polumjera ovih dužina (sl. 146a i b):

Kod normalnih pruga
sa brzinom preko 80 km/sat ϱ = 10.000 m ili bar 5000 m
„ „ do 80 „ „ = 5000 m
„ „ do 60 „ „ = 2000 m
Kod uzanih pruga . . „ = 2000 m
a kod uzanih manje važnosti „ = 1000 m



Sl. 146 a i b. Zaobljenje preloma nivelete

2. Ispred stanica i u stanicama, u kojima se zaustavljaju svi vozovi, ovi poluprijećnici zaobljenja prijeloma nivelete mogu se u slučaju potrebe smanjiti, i to (sl. 146.a i b):

na glavnim prugama na 2000 m
na sporednim prugama na 1000 m, a na
uzanim prugama na 1000 m

3. Kod ublažavanja loma nivelete na sporednim kolosijecima ima se upotrebiti kao najmanji poluprijećnik ϱ = 1000 m, a na tjemenu rampe za razvrstavanje 300 m.

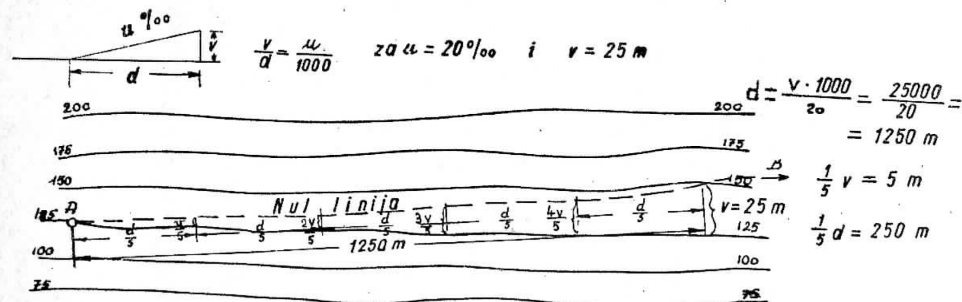
4. Razmak dviju točaka prijeloma nivelete ne smije biti manji od 200 m.

5. Zaobljenje prijeloma nivelete ne smije ulaziti u skretnice, u ukrštavanja kolosijeka, u dilatacione sprave, okretaljke i u kolske vage. Također ne smije ulaziti u prelazne krivine i rampe, u kolosijeke na gvozdenim mostovima, na jamama za čišćenje i na prijelaze preko putova.

IX. CRTANJE OSI PRUGE

a. NULTA LINIJA

Ako os pruge ucrtavamo u karte, morat ćemo u blizini pruge pojačati slojnice sijenom ili sepijom da se bolje vide. Onda ćemo uzeti u šestilo dužinu *d*, koja odgovara razlici visine između dviju slojnica ili jednom ravnom dijelu te visine, na pr. $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_8$ i sl. Dakle od jedne do druge slojnice morat ćemo prevalitil, 4, 5, 8 i t. d. puta dužinu, koja odgovara razlici visine slojnica za ustanovljeni nagib. (Vidi str. 223.).



Sl. 147. Nulta linija

Kad smo tu dužinu ustanovili, uzet ćemo je u šestilo i poći od jedne do druge slojnice, ali tako da ostanemo uvijek u određenom razmaku između njih, i tako idemo dalje, dok ne prevalimo put između mjesta *A* i *B*, koja želimo spojiti.

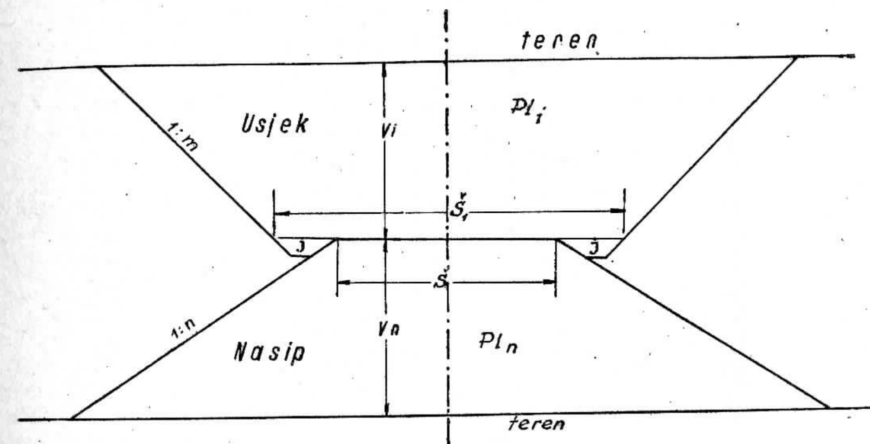
Kod slojnih planova radi se na isti način, samo što je kod ovih razlika između slojnica *v* manja, 1—2 m, pak ćemo prema tome izračunati dužinu *d* za tu razliku visine, uzeti je u šestilo i ići od slojnice do slojnice, a presjecišta označiti olovkom. Tako dobivene točke spojit ćemo pravcima i krivinama i dobit ćemo »nultu liniju« (sl. 147.).

Kad smo ovo za stanovitu dužinu napravili, onda ćemo na karti ili u slojnom planu prugu izmjeriti (štacionirati) i za taj dio nanijeti uzdužni prerez, ucrtati ćemo teren i niveletu pruge. Ako su studije na kartama,

bit će dovoljno, da se plohe usjeka od prilike poklapaju sa plohama nasipa, a ako je pruga u slojnim planovima, morat ćemo računati i izjednačiti kubature prema ploštinama poprečnih prereza.

b. RAČUNANJE I IZJEDNAČENJE MASA

Za predradove dovoljno je točno da se kubature računaju po ordinatama usjeka ili nasipa, osobito u ravnom terenu (sl. 148.).



Sl. 148. Ploha usjeka i nasipa

Označimo li sa:

$š_1$ = širina planuma + širina dvaju jaraka u visini planuma kod usjeka

$š$ = širina planuma nasipa

$\frac{1}{m}$ = nagib pokosa usjeka

$\frac{1}{n}$ = nagib pokosa nasipa

v_1 = visina usjeka

vn = visina nasipa

j = ploština jarka, onda će biti:

Ploha nasipa $Pln = š \cdot v_n + 2n \cdot v_n \cdot \frac{v_n}{2} = š \cdot v_n + n v_n^2$

Ploha usjeka (iskopa) $Plo = š_1 \; v_i + m v_i + 2_j$

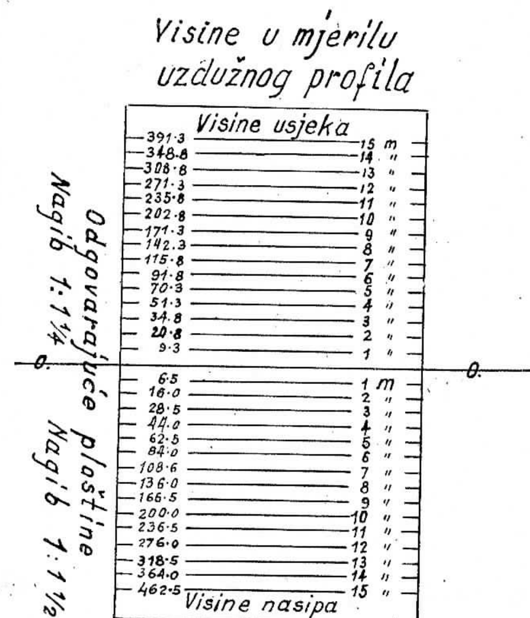
Kubatura između dva prereza $O = \frac{Pl_1 + Pl_2}{2} \cdot d$

Veličine š, *n*, $š_1$ i *m* poznate su i stalne su za stanoviti nasip ili usjek.

Nagib pokosa usjeka $\frac{1}{m}$ i nasipa $\frac{1}{n}$ ovisan je o materijalu.

Preporuča se, da se naprave mjerila, na kojima je uz visinu (ordinatu) zabilježena ploština za stanovitu visinu usjeka ili nasipa na uzdužnom prerezu za razne nagibe pokosa, pak se iz tih ploha računaju kubature. (Vidi sliku 149.).

Mjerilo za visine mora biti jednako mjerilu za visine uzdužnog prereza, pak se uz visinu nanese njoj pripadna izračunata ploština za razne nagibe pokosa.



Sl. 149. Mjerilo za ploštine usjeka i nasipa po ordinatama uzdužnog profila

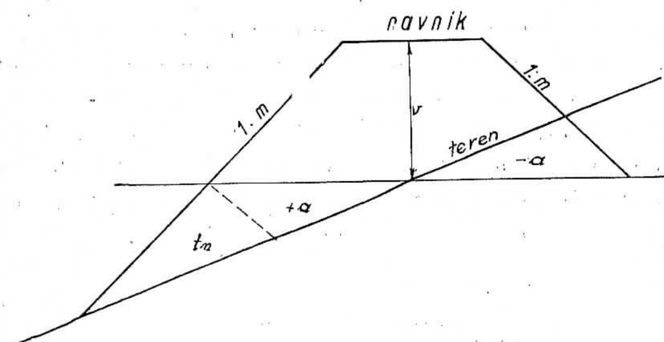
Studije će se praviti redovito na ovaj način, a kad su mase na ovaj način u malom mjerilu otprilike izjednačene, onda se prelazi na detaljnije računanje na osnovu poprečnih prereza, kod kojih ćemo ploštine određivati planimetrom ili računom.

Ako nam približni račun dade previše usjeka, morat ćemo prugu pomaknuti prema dolini ili dignuti niveletu, a dobijemo li previše nasipa, morat ćemo s prugom poći više u brdo ili spustiti niveletu, dok se kubature ne izjednače.

U nagnutom terenu računajući plohe usjeka i nasipa prema njihovoj visini u osi pruge v, zanemaruje se trokut tn, a isti takav trokut i kod usjeka. (Vidi sliku 150.).

Za prethodno izravnanje masa ovo ne će imati osobite važnosti, jer su zanemareni trokuti u usjeku i u nasipu otprilike jednaki, ukoliko se inače

mase izjednačuju. Kod poznatog nagiba tla i pokosa možemo lako grafički i računski ustanoviti veličinu plohe tih trokuta za razne visine v, pak možemo izračunati razlike ploština, koje nastaju zbog nagiba terena i unijeti u tablice.



Sl. 150. Ploha nasipa u nagnutom terenu (želj. trupa)

U nagnutom terenu dobit ćemo na ovaj način, računajući po ordinatama i zanemarujući te trokute, nešto manje mase od faktičkih, i to i u usjeku, i u nasipu, tako da se mase ipak izjednačuju, samo što kubature ne odgovaraju, one su nešto manje, ali to za ovaj slučaj aproksimativnog izjednačenja masa nema važnosti.

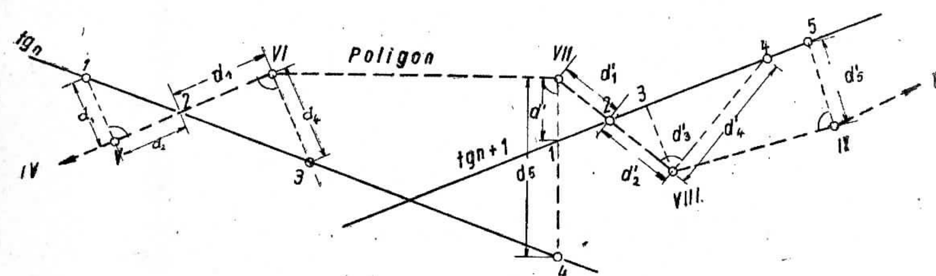
c. PRENOŠENJE OSI PRUGE U TEREN

U kartama je os pruge ucrtana samo otprilike, a ne točno, što zbog malenog mjerila nije ni moguće. Ona nam služi samo za studije, da utvrdimo da li je trasa moguća i kao podloga za polaganje poligona i snimanje terena za slojne planove, koje crtamo u većem mjerilu nego što su karte.

Nakon što je definitivna pruga unesena u slojne planove, nju valja prenijeti u teren, da bi se mogle napraviti detaljne snimke za podrobni izvedbeni projekat kao i zbog njezine izgradnje. Ta će pruga uglavnom odgovarati onoj u slojnim planovima, ukoliko su ovi točni (Vidi: Ing. Dušan Slaviček — Obilježavanje novih željezničkih pruga — Beograd 1949.).

Kod prenošenja trase u teren, prenijet ćemo, ukoliko bude moguće, sjecišta tangenata, ako se vidi od jednoga do drugoga, inače prenosimo samo njezine pravce, koje zovemo »glavne tangente«. Na terenu odredimo njihova sjecišta i izmjerimo kutove, koje zatvaraju tangente jedna s drugom. Tako izmjereni kutovi nisu identični s onima u slojnom planu, ali mjerodavni su za nas ovi očitani na terenu.

Budući da nam je radius R svake krivine poznat iz trase položene u slojnim planovima, i nakon što smo očitali tangentni kut u naravi, možemo lako da izračunamo funkcije krivine, i to njezinu dužinu DK, dužinu tangenata DT i udaljenost sredine (tjemena) krivine od sjecišta tangenata DS. (Vidi str. 318.). To nam je dovoljno za iskolčenje (obilježavanje) svake kružne krivine, jer možemo utvrditi njezin početak, konac i sredinu, a kad imamo te tri točke, onda možemo da iskolčimo potreban broj krivinskih točaka, koji je zavisan od njezine zakrivljenosti i od terena. (Vidi str. 334. i dalje). Manji radius iziskuje bliže točke krivine, dok kod većeg radiusa one mogu da budu dalje jedna od druge. Krivinske točke iskolčuju se pomoću tablica Hanhart u. Waldner, Sarazin-Oberbeck-Höfer ili drugih.



Sl. 151. Prenošenje tangenata u teren pomoću poligona

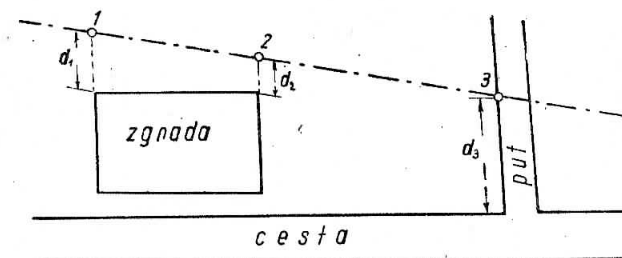
Prenošenje tangenata sa slojnog plana u teren vrši se tako, da se u slojnom planu izmjeri udaljenost sjecišta tangenata ili nekih točaka toga pravca tangente od raznih točaka u smjeru stranice poligona, okomito na taj smjer, ukoliko je poligon uščuvan, ili se izmjere sjecišta tangenata sa stranicama poligona. Ne smije se mjeriti okomito na tangentu, jer je na terenu nemamo, mi je tek prenosimo u teren. Za svaku tangentu trebamo barem tri točke, ali je bolje da ih je više, jer je rad točniji (sl. 151.).

Nema li više na terenu poligona, kolje može da bude povađeno ili je istrunulo, onda ćemo tangente prenositi u odnosu na situaciju u slojnom planu: na kuće, obore, zidove, putove, njihova križanja i t. d. Na to valja osobito paziti već kod snimanja slojnih planova i snimiti točno situaciju svih markantnih linija, uglova, križanja putova i sl., da se kasnije, kad poligonske točke nestanu, uzmogne pomoću takvih točaka ili linija, koje će ostati uščuvane, prenijeti os pruge iz slojnih planova u teren. Ako su tangente kratke, možemo ih produžiti preko sjecišta, zbog točnijeg prenošenja pravaca.

Ako tangenta nije preveć duga i vidi se od jednog sjecišta tangenata TKn do drugog TK_{n+1} onda možemo ta sjecišta prenijeti iz slojnih planova u teren, kako je to već prije kazano.

Kad imamo jedan zid, kuću i sl. postupak je isti, t. j. nikad ne smijemo vući okomicu na os pruge, jer je u terenu nema. Okomicu ćemo dati s onih linija, koje imamo u slojnim planovima i u terenu. Ravne linije, kao što su zidovi kuća, obora i sl., samo ćemo produžiti, izmjeriti u slojnom planu udaljenost i prenijeti je na teren (sl. 152.).

Tako dobivene točke označit ćemo na terenu samo provizorno trasirkama (vizurnim štapovima, značkama). One se ne će potpuno slagati i biti u jednom pravcu, pak ćemo između njih uzeti srednji pravac. Zato je bolje da prenesemo što više točaka, a ne samo dvije ili tri. Kad smo se odlučili za jedan smjer, utvrdit ćemo ga na terenu tako, d a n a n j e g o v u p o č e t k u z a b i j e m o j e d a n j a k k o l a c s k l i n c e m i n a d n j i m p o s t a v i m o i n s t r u m e n a t, a t a k o đ e r u d a r i t ć e m o j a k k o l a c s k l i n c e m n a v i d l j i v o m k r a j u t o g a



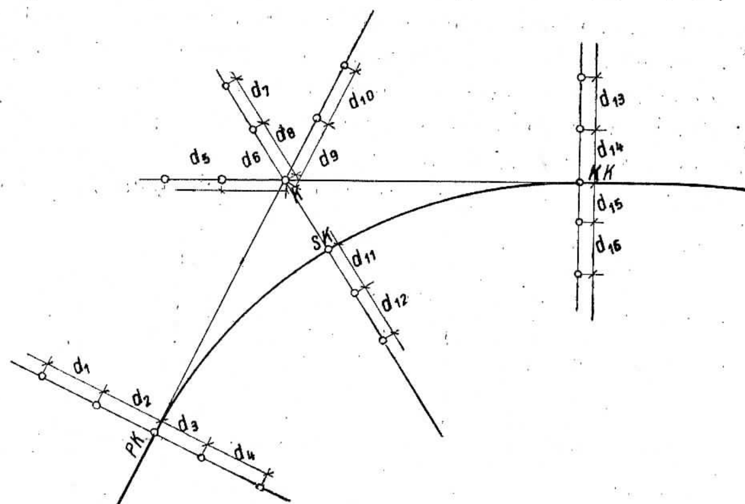
Sl. 152. Prenošenje tangenata u teren od objekata na terenu

s m j e r a, pak na taj kolac postavimo trasirku, od nje uzimamo vizure i zabijamo kolce s klincem na svakih 50—100 m prema instrumentu. Ovo smjerno kolje mora biti jače, a zabijat će se ili označiti na sigurna mjesta, gdje se vjerojatno ne će povaditi ili nestati, na pr. na cestovnom rubnom kamenju, na zidove, u granice posjeda, plotove, gomile i t. d., i ta mjesta označit ćemo bojom, da se mogu lako pronaći. Imamo li kamenito tlo, onda ćemo dlijetom izdupsti malu rupicu, obojiti je i oko nje napraviti kolobar bojom. Nakon što je kolac zabiven, vizirat će se vrh viska ili šiljak olovke i zatući klinac točno u vizuri.

Pravce valja po mogućnosti davati u jednom smjeru, bez okretanja instrumenta (durbina). Ako se ne vidi cijela tangenta u svoj svojoj dužini, pak se instrument mora prenositi i uzimati vizuru straga, onda durbin mora biti točno rektificiran i moramo se uvjeriti, da nema kolimacione griješke, inače ga moramo svakako rektificirati prije početka rada. (Vidi: Geodetski priručnik I, Inž. A. Kostić, Rektifikacija i upotreba geod. instrumenata — Biblioteka »Geometar«, sv. 3.).

Treba nastojati, da se uzme vizura s jednog kolca, na komu se vidi glava klinca, ne smije se nikada vizirati trasirka u njezinu gornjem dijelu, jer ona može da bude kriva. Ukoliko ne vidimo sam kolac, postavit ćemo iznad klinca na trasirke visak i vizirati špagu viska. Tako ćemo dobiti točnu vizuru.

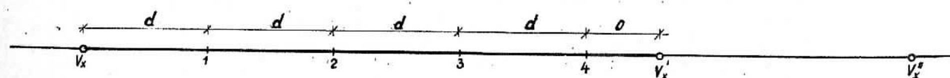
Ovakve smjerove produžit ćemo preko sjecišta s narednom tangentom barem za još 2—3 kolca, da se u svako doba i nakon izgradnje pruge uzmognu obnoviti tangente. Zato ćemo ova produženja po mogućnosti osigurati jednako kao što osiguravamo sjecišta tangenata, tjeme krivine,



Sl. 153. Osiguranje točaka u terenu

početak i konac krivine. To se obično radi s 2—3 kolca sa svake strane odnosne točke u jednom pravcu, koji siječe tu točku, a mi je time želimo osigurati zbog eventualne obnove nakon izgradnje pruge. Ako je ona bila iznad usjeka ili ispod nasipa, ona će izvršenjem tih radova nestati. Svaka ovakva točka dade se lako obnoviti ukrštavanjem tangente i pravca osiguranja, ukrštavanjem pravaca osiguranja ili mjerenjem (sl. 153.).

Ako kod osiguranja izmjerimo udaljenosti od d_1 do d_{16} (vidi sl. 153.), bit će nam lakše naći i utvrditi osigurane točke *PPK, PK, TK, SK, KK* i *KPK*.



Sl. 154. Mjerenje dužina čeličnom vrpcom

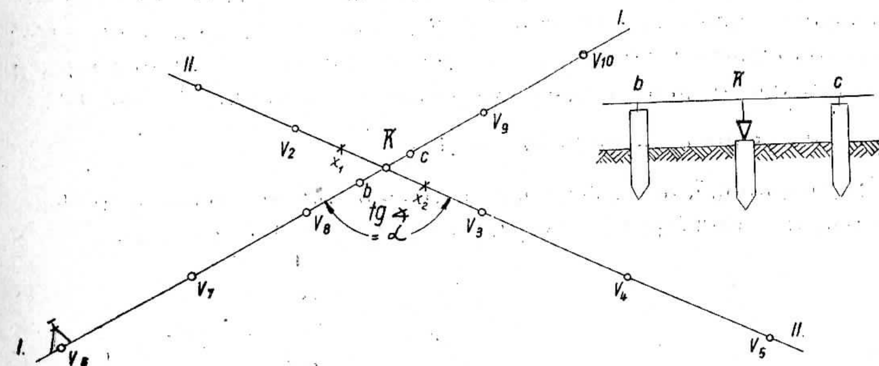
Zabijanje kolaca vrši se na ovaj način: instrumenat treba da je postavljen i centriran točno poviše klinca u smjeru pravca i horizontiran, onda se uzme vizura u smjeru istog pravca opet s klinca drugog najudaljenijeg vidljivog kolca. Na mjestu, gdje se ima zabiti novi kolac, postavi se trasirka ili željezo, kojim bušimo rupu za kolac (da ne pođe krivo ili se ne rascijepi) i naravna se instrumentom u određeni smjer. Tada se željezom napravi rupa i u nju zabije kolac do *1 cm* iznad zemlje. Ako kolac mora da bude na stanovitoj udaljenosti, na njemu će se ta udaljenost poprijeko zabilježiti, a po toj crti ćemo naravnati klinac u vizuru, dok ne bude točna i zatući klinac. Kod vizurnih točaka otpada mjerenje daljina.

Mjerenje dužina čeličnom vrpcom (sl. 154.) vršit ćemo samo u ravnom terenu, a ako je teren nagnut, onda horizontiranim preciznim letvama za mjerenje i s viskom. (Vidi u nastavku str. 347. i 348.). (Sl. 179., 180. i 181.).

S ostatkom *o* opišemo od točke 4. na glavi kolca dio kruga. Prijesjek vizure s opisanim lukom daje položaj točke. Uvijek se mjeri horizontalna udaljenost, pa bilo to na crtežu ili na terenu (sl. 154.).

d. ODREĐIVANJE SJECIŠTA TANGENATA

Nakon što smo prenijeli u teren sjecišta tangenata ili njihove pravce t. j. tangente jedne pruge, valja točno odrediti njihova sjecišta (sl. 155) i očitati horizontalni kut, koji one zatvaraju t. j. tangentni kut $\alpha = tg \sphericalangle \alpha$.



Sl. 155. Određivanje sjecišta tangenata

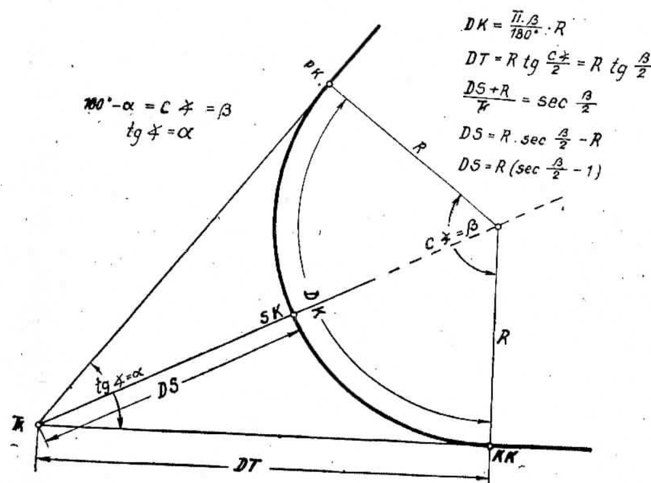
Sjecište se određuje tako, da se na jednu vizurnu točku pravca u našem slučaju V_6 smjera *I-I* postavi instrumenat i njime vizira prema najudaljenijoj točki V_{10}. Istodobno se sa trasirkama provizorno vizira u smjeru *II-II* i u tom se smjeru postave dvije trasirke, jedna s jedne a druga s druge strane, u blizini smjera *I-I* na pr. u x_1 i x_2 (vidi sl. 155.). Onda se na 1 do 2 m desno i lijevo od smjera *II-II* u smjeru *I-I* zabiju dva kolca *b* i *c* i u vizuri u njih zatuče klinac, ali da koci vire iznad tla oko 10 cm, da se uzmogne od jednoga do drugoga povući tanka špaga ili nit i s nje spustiti visak. Obje ove točke moraju biti oštro vizirane instrumentom. Tada premjestimo instrumenat u jednu točku smjera *II-II*. Sjecište vizure *II-II* s niti rastegnutom od kolca *b* do *c* daje nam točno sjecište tangenata, i tu valja zabiti jaki kolac. Smjer *II-II* možemo označiti na zabijenom kolcu olovkom s dvije točke u blizini suprotnih rubova kolca i spojiti ih jednim pravcem. Isto tako ćemo viskom označiti dvije točke u smjeru *I-I* i spojiti ih olovkom jednim pravcem. U sjecištu zabit ćemo klinac. Ovako određeno sjecište je sasvim točno.

Ovu točku sjecišta dviju tangenata zovemo s j e c i š t e t a n g e n a t a ili k u t n a t o č k a, a označit ćemo je u terenu sa TK i pripadnim TK_1, $TK_2 \ldots$, TKn i brojem. Tada se u TK postavi i horizontira instrumenat, očitaju se vizure u smjeru obiju tangenata, i dobiti ćemo tangentni kut t. j. kut, koji zatvaraju tangente i označujemo ga sa $Tg \measuredangle \alpha_1, \alpha_2 \ldots$, a suplementaran je sa središnjim kutem $C \measuredangle \beta_1, \beta_2 \ldots$ za dotičnu krivinu.

e. RAČUNANJE KRIVINA

Kad imamo Tg kut α, dotično C kut β i poznat nam je R dotične krivine, možemo lako ustanoviti krivinske funkcije potrebne za iskolčenje svake kružne krivine, i to: dužinu krivine DK, dužinu tangente DT, i udaljenost tjemena krivine SK od sjecišta tangenata $TK = DS$. Računanje bi ovih funkcija zahtijevalo suviše vremena, zato ćemo se poslužiti već izračunatim tablicama Hanhart i Waldner ili Sarazin und Oberbeck ili Sarazin-Oberbeck-Höfer za $r = 100\ m$ dotično $r = 1\ m$ i tako dobivene vrijednosti množit ćemo za onoliko, za koliko je naš R veći ili manji od r jedinice u tablicama, t. j. sa $\frac{R}{r}$.

Da uzmognemo iskolčiti jednu krivinu, odredit ćemo iz tablica njezine temeljne funkcije i to: DK, DT i DS. Vidi sl. 156. i obrasce.



Sl. 156. Računanje krivinskih funkcija

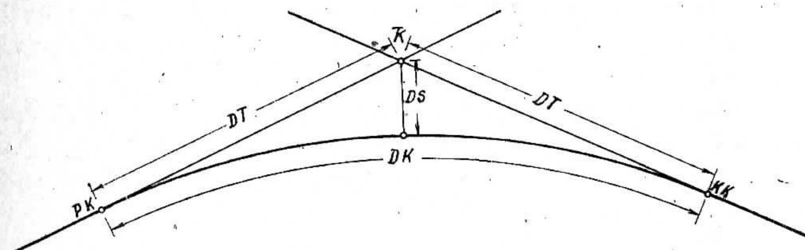
Kad su nam ove funkcije poznate, utvrdit ćemo na terenu direktnim mjerenjem od TK u smjeru tangenata početak krivine PK i konac krivine KK, a u raspolovnici $tg \measuredangle \alpha$ i njezino tjeme ili sredinu krivine SK (sl. 157.).

Ove tri točke, prenesene u teren, dovoljne su za iskolčenje svake točke kružne krivine, koju umećemo između dvije tangente.

Kako je spomenuto, ima raznih tablica, u kojima su izračunate funkcije krivine. Najviše su u uporabi Hanhart i Waldner, Sarazin i Oberbeck ili novije Sarazin-Oberbeck-Höfer. Prve su na 1′ a druge na 2′, prema tome prve su bolje, jer ne trebaju interpolacije na 1′. Primjer:

$Tg \measuredangle \alpha = 168°30'$, $1/2\ Tg \measuredangle \alpha = 84°15'$, $R = 1200$ m
$C \measuredangle \beta = 11°30'$, $1/2\ C \measuredangle \beta = 5°45'$, krivina lijevo.

Kod svake krivine treba označiti, da li ona zaokreće u lijevo ili u desno od glavnog smjera pruge. Ovo je osobito važno pri nanošenju situacije.



Sl. 157. Nanošenje DT i DS u terenu

U tablicama Hanhart i Waldner za gornji $Tg \measuredangle \alpha$ i $C \measuredangle \beta$ dobit ćemo: r jedinica $= 100$ m, prema tome vrijednost iz tablica valja množiti

$$\text{sa} = \frac{R}{r} = \frac{1200}{100} = 12.$$

Iz tablica: $DK = 20{,}071$, $DT = 10{,}069$, $TK - SK = DS = 0{,}506$

$DK = 20{,}071 \ .\ 12 = 240{,}852$ m
$DT = 10{,}069 \ .\ 12 = 120{,}828$ m
$TK - SK = DS = 0{,}506 \ .\ 12 = 6{,}072$ m

Da ove točke dobijemo na terenu, postavit ćemo, centrirat i horizontirat instrumenat u sjecištu tangenata TK, vizirat ćemo u pravcu jedne tangente, očitati horizontalni kut i izmjeriti dobivenu udaljenost od 120,828 m i zabiti u toj udaljenosti i točnoj vizuri kolac i klinac. Time dobivamo početak krivine PK. Nakon toga vizirat ćemo u pravcu druge tangente, očitati horizontalni kut, u toj vizuri izmjeriti istu dužinu od 120,828 m, zabiti kolac i u točnoj vizuri i udaljenosti zatući klinac i dobit ćemo konac krivine KK. U raspolovnici tangentnog kuta, čiju vrijednost smo dobili iz razlike dvaju očitanja horizontalnih kuteva, vizirat ćemo u pravcu tjemena krivine SK, izmjeriti dužinu od 6,072 m, zabiti kolac i u točnoj vizuri i udaljenosti zatući klinac, koji će nam označivati tjeme krivine SK. Ovu raspolovnicu $tg \measuredangle$ produžit ćemo sa obje strane i osigurati. Kako ćemo između ove tri točke iskolčiti krivinu, vidjet ćemo na str. 333. do 336.

f. PRELAZNE KRIVINE

Prema propisima G. ž. br. 4325/37. i po Pravil. br. 14. od 1940. god. kod krivina gdje je kod glavnih pruga $R < 4000$ m, kod sporednih $R < 2000$, a kod uzanih $R < 1000$ m, umeće se redovito između pravca i kružne krivine prelazna krivina. Svaka željeznička uprava ima svoje propise za prelazne krivine. Naši su sadržani u Pravilniku br. 14. od 1940. g.

Dužina prelazne krivine zavisna je od brzine voza, v u *km/sat*, radiusa R kružne krivine u *m* i od širine kolosijeka š u *m*.

Već kod izradbe generalnog projekta (na osnovu slojnih planova), valja uzeti obzira na prelazne krivine kao i na međupravce između njih i takovu prugu ćemo iskolčiti na terenu i graditi. U nagnutom terenu može da bude znatnih razlika u kubaturama kod pomicanja krivine prema njezinu središtu, poradi umetanja prelazne krivine. Također valja uzeti u obzir i smanjenje uspona radi većeg otpora u krivini kod U_{max} osobito kod dugih krivina, jer i zbog toga mogu nastati osjetljive razlike u kubaturama, kad su krivine duge.

Niveletu valja položiti tako, da otpor koji ima da savlada lokomotiva u stanovitom odsječku maksimalnog uspona (barem između dvije stanice) bude jednak u pravcu i u krivini. Kod ličke pruge na pr. nisu izjednačeni otpori u pravcu i u krivini, dotično usponi u pravcu nisu nešto povećani, a oni u krivini nisu smanjeni, da bi otpor voza bio jednak. Lička pruga je građena u usponu od skroz *18‰*. U pravcu je prema tome otpor voza manji, a u krivini veći. Kod $R = 250$ *m* moramo otporu uspona pridodati otpor krivine od skoro *4‰*, čime se otpor voza za toliko povećava prema otporu u pravcu i time smanjuje moćnost pruge.

Ova okolnost jako otežava vuču na ličkoj pruzi sa mnogim dugim krivinama i protukrivinama od $R = 250$ *m*.

Teorija prelazne krivine spada u gornji stroj, zato ću se samo ukratko njome pozabaviti (pobliže vidi predavanja Ing. Lj. Peterčić-Gornji stroj I, Ing. M. Sinković, Ing. Žakić i Ing. Stehlik, vidi i Železnice br. 4. od 1950. Ing. Vl. Stehlik — Polarno obeležavanje prelaznih krivina u obliku klotoide i dr.).

Prelazna krivina umeće se između pravca i kružne krivine ili kod sastavljenih krivina (uzastopne istosmjerne krivine raznih radiusa), da prijelaz vozila pri mijenjanju smjera iz pravca ili blaže u oštriju krivinu ili obratno, bude postepen bez udara ili trzaja. Time biva vožnja mirnija, povećava se sigurnost, ne kvari se gornji stroj i štede se vozila (pobliže o tome i ukoliko ima veze sa donjim strojem u drugom dijelu ove knjige).

Prelazna krivina je na njezinu početku pravac sa polumjerom $\varrho = \infty$, a na njezinu koncu je $\varrho = R$ dotične kružne krivine. Polumjer ϱ stoji u obratnom razmjeru s apscisom x prelazne krivine.

Jednadžba prelazne krivine je kubna parabola (može da bude i lemniskata ili klotoida) gdje je:

$$y = \frac{x^3}{6C} \qquad C = \frac{š \cdot v^2 \cdot n}{g}$$

ili savremenija $y = mx^3$ gdje je $m = \dfrac{1}{6R \cdot l}$

R = polumjer kružne krivine
l = projekcija prelazne krivine na tangentu
š = širina kolosijeka = 1.50 m
v = brzina voza u metrima na sekundu
$\frac{1}{n}$ = omjer nagiba nadvišenja vanjske šinje
g = 9.81 m = gravitacija.

Konstanta C mora biti tako proračunata, da odgovara : brzini voza, širini kolosijeka i omjeru nagiba nadvišenja vanjske šinje od početka do kraja prelazne krivine $\frac{1}{n}$.

$$P = \frac{mv^2}{\varrho}, \quad m = \frac{Q}{g}$$

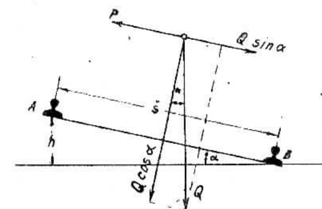
$$P = \frac{mv^2}{\varrho} \leq Q \sin\alpha$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{š}$$

$$P = Q \sin\alpha = \frac{Qv^2}{\varrho g}$$

$$\frac{Qh}{š} = \frac{Qv^2}{\varrho \cdot g}$$

$$h = \frac{š \cdot v^2}{\varrho \cdot g}$$



Sl. 158. Računanje nadvišenja vanjske šinje h

To nadvišenje vanjske šinje h je u prelaznoj krivini postepeno i iznosi od *PPK* do *PK* 1 : 300 do 1 : 600 štoviše i do 1 : 700, a svrha mu je da zapriječi iskakanje voza zbog centrifugalne sile P. Budući da su brzine kod raznih vrsta vozova različite, bit će i h različit. Kod većih brzina je h veći, kod manjih je h manji. Kod većih brzina bit će habanje vanjske šinje veće, kod manjih brzina nutarnje šinje. Zato i da glodanje bude podjednako, moramo za h uzeti srednju vrijednost. Koliki je h? (Sl. 158.).

Za normalnu željeznicu: š = 1.5 *m*, g 9.81 *m*, onda je za $\frac{š}{g} = 0.153$

$$h = 0.153 \frac{v^2}{\varrho} \text{ u } m/m.$$

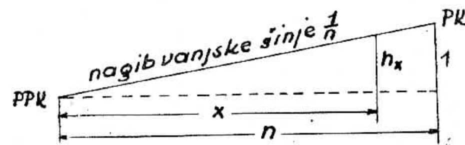
Za uskotračnu željeznicu: $š_1 = 0.76$ *m*, $g = 9.81$ *m* i za $\frac{š}{g} = 0.078$

$$h_1 = 0.078 \frac{v^2}{\varrho} \text{ u } m/m.$$

Koliki je nagib vanjske šinje od *PPK* do *PK*? (Sl. 159.).

$$\frac{1}{n} \quad \frac{h}{l}, \; l = n \cdot h$$

Za *C* upotrebljavaju se vrijednosti: 20 *R*, 750, 1.500, 3.000, 4.500 i 6.000 za uzane, mjesne i sporedne željeznice, a za glavne željeznice 12.000, 16.000, 20.000 i 24.000.



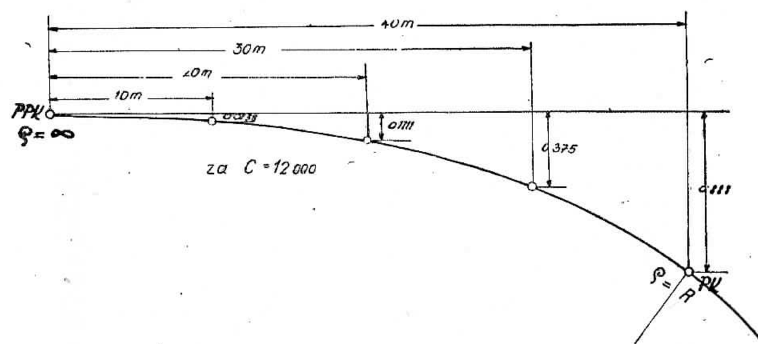
Sl. 159. Nagib vanjske šinje 1/n

Svaka država ima vlastite propise za prelazne krivine.

U Srbiji se računalo za glavne željeznice: za *R* od 180—550 m po formuli $l = \frac{12{,}000}{R}$, a od $R = 600\ m$ na više uzimalo se za $C = 20\ R$

$$l = \frac{C}{R} = \frac{20\ R}{R} = 20\ m$$

Na slici 160. prikazana je prelaznica po starijim propisima austrijskih državnih željeznica za $C = 12.000$. Po austr. propisima iz 1920. godine je vrijednost $C = 20.000$.



Sl. 160. Prelaznica po starim austrijskim propisima za C = 12.000

Točka *PPK* je zajednička pravcu i prelaznoj krivini i u njoj je $\varrho = \infty$.

Točka *PK* je zajednička prelaznoj krivini i čistoj kružnoj krivini i u njoj je $\varrho = R$. Što je *R* kružne krivine veći, to je prelazna krivina kraća.

Dužina prelazne krivine zavisna je od *R* i stoji u obrnutom razmjeru sa *R*. Obično se uzima skraćena formula $l = \frac{C}{R}$.

Polumjeri za gornju prelaznu krivinu na slici 160. jesu:

	R u točki *PPK*	= ∞ =	pravac
	R u točki 1	=	1200 m
	R u točki 2	=	600 m
	R u točki 3	=	400 m
a u PK t. j.	*R* u točki 4	=	300 m

Jedan dio prelazne krivine zalazi u čistu kružnu krivinu, a drugi dio zalazi u pravac.

Zanemarimo li neke manje vrijednosti, možemo uzeti da ½ prelazne krivine pada u kružnu krivinu, a druga polovica da pada u pravac. Prema tome, kod umetanja prelazne krivine koliko tangenta, toliko i krivina povećava se sa svake strane za ½ prelazne krivine. Dakle svaka se tangenta povećava za ½ prelazne krivine, a krivina od *PPK* do *KPK* povećava se za dvije ½, t. j. za jednu cijelu prelaznu krivinu. Krivina nakon umetanja prelazne krivine postaje prema tome duža za cijelu dužinu prelazne krivine, nego što je bila čista kružna krivina.

Krivinske funkcije kod umetanja prelazne krivine mijenjaju se i moraju se za svaki *R* i za svaki tangentni kut posebno računati pred iskolčenjem dotične krivine. (Vidi str. 331., 332. i 333.), (sl. 165.).

Po propisima, koji su važili u Hrvatskoj (MAV), prelazna krivina za glavne pruge i za $R_{min} = 275\ m$ je 60 *m*, i to na glavnim normalnim prugama, a na drugima, gdje je to moguće. Ova dužina prelazne krivine odgovarala bi $C = 16.000$. Sada važi Prav. br. 14. iz 1940. g.

Dr. Ing. Branko Žnideršič izdao je: Priručnik za iskolčenje prelaznih krivina u obliku klotoide — Ljubljana 1947. god. (Vidi i »Železnice« br. 4. od 1950. — Ing. Vl. Stehlik — Polarno obeležavanje prelaznih krivina u obliku klotoide).

Za iskolčenje prelaznih krivina imamo tablice. One se mogu iskolčiti pomoću apscisa i ordinata, a i polarnom metodom, po kojoj se odredi kut priklona na tangentu i dužina do pojedine točke prelazne krivine po tablicama Dr. Maxa Pernta ili »Propisima« G. ž. br. 4325/37. (sl. 166. i 167. vidi str. 325.).

Kod željeznica se upotrebljava kubna parabola, ali ona je dovoljno točna dok $tg\ \tau$ nije veći od 0.447214, dotično $\sphericalangle \tau \leqq 24^0 05' 41''$. Klotoida i kod većih kuteva daje točne vrijednosti. (Vidi Ing. Žnideršič — Priručnik).

Što je veća brzina voza i prijelaz iz pravca u kružnu krivinu nagliji, to će udari i trzaji voza biti veći. Da se trzaji ublaže i da vožnja kod prijelaza iz pravca u kružnu krivinu i obratno bude mirnija, bez trzaja i dabibanja vagonskog koša budu što manja, moramo položiti kolosijek tako, da taj prijelaz bude postepen i blag, t. j. da prijelaz iz pravca, gdje je $\varrho = \infty$ do početka kružne krivine, gdje je $\varrho = R$ dotične kružne krivine,

bude postepen i po stanovitim zakonima, koji to omogućuju. Osim tendencije voza da proslijedi vožnju u dosadanjem pravcu, pri njegovu prijelazu u krivinu pojavljuje se i centrifugalna sila P, koja tjera voz, da iskoči iz tračnica na vanjsku stranu krivine. Da se djelovanje te sile P suzbije i onemogući iskakanje voza, valja u svakoj krivini nadvisiti vanjsku šinju za toliko, dok komponenta težine voza $Q \sin \alpha$, koja djeluje prema sredini krivine, ne postane barem jednaka centrifugalnoj sili P koja djeluje u protivnom pravcu. (Vidi sl. 158.). To nadvišenje vanjske šinje h u raznim točkama prelazne krivine je također postepeno od PPK, gdje je $h_0 = 0$ do PK, gdje je nadvišenje potpuno, i označujemo ga sa h (početak čiste kružne krivine). (Sl. 159.).

Nagib $1 : n$ od PPK do PK iznosi, kako je navedeno na str. 321. od 1 : 300 do 1 : 700. (Sl. 159.).

Tangenta u točki, u kojoj prelazna krivina prelazi u čistu kružnu krivinu, zajednička je obadvjema krivinama.

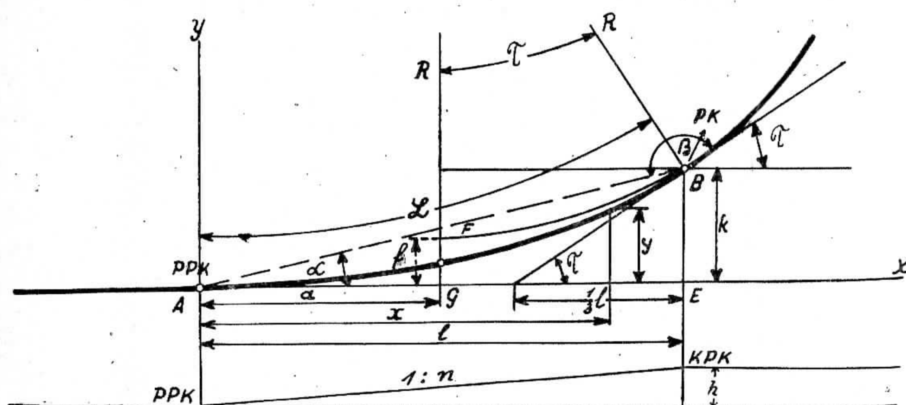
Jugoslavenski propisi G. ž. br. 4325/37. sastavljeni u Dir. za građenje željeznica, pod Prelazne krivine propisuju u čl. 5.:

g. RAČUNANJE PRELAZNE KRIVINE

1. Da bi vozila pri prijelazu iz pravca u krivinu i obratno mijenjala svoj smjer postepeno, umeću se između pravca i kružne krivine prelazne krivine, i to:

Na glavnim prugama u krivinama sa polumjerom ispod 4.000 m i na sporednim prugama ispod 2.000 m.

Na prugama uzanog kolosijeka u krivinama sa polumjerom od 1.000 m i na niže.



Sl. 161 Prelazna krivina

2. Kao prelazna krivina upotrebljava se kubna parabola jednadžbe:

$$y = mx^3 = \frac{x^3}{6Rl}, \qquad m = \frac{1}{6Rl}$$

gdje je y = ordinata, x = apscisa, R = polumjer kružne krivine, a l = dužina projekcije prelazne krivine na tangentu. (Sl. 161.).

Iz date dužine prelazne krivine L i iz poluprečnika kružnog luka R računaju se vrednosti, koje su potrebne za obeležavanje prelazne krivine iz ovih obrazaca:

1	2 Za prelazne krivine manjih dužina	3 Za prelazne krivine većih dužina
Dužina prel. krivine L odnosno njene projekcije l	$L = l + \frac{l^3}{40R^2}$	$L = l + \frac{l^3}{40R^2}$
Obrazac za kubnu parabolu	$y = m \cdot x^3 = \frac{x^3}{6R \cdot l}$	$y = m \cdot x^3 = \frac{x^3}{6 \cdot R \cdot l \cos^3 \tau}$ $\cos \tau = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{l}{2R}\right)^2}}$
Ordinata k za tačku B	$k = \frac{l^2}{6R}$	$k = \frac{l^2}{6R} \cdot \frac{1}{\cos^3 \tau} =$ $= \frac{l^2}{6R}\left(\sqrt{1+\left(\frac{l}{2R}\right)^2}\right)^3$
Ugao τ za tačku B . .	$\text{tg}\, \tau = \frac{3K}{l} = \frac{l}{2R}$	$\text{tg}\, \tau = \frac{3K}{l}$
Pomjeranje f kružnog luka	$f = \frac{k}{4} = \frac{l^2}{24R}$	$f = K + R\cos\tau - R$
Odstojanje AG = a . . .	$a = \frac{l}{2}$	$a = l - R\sin\tau$
Ordinata „y" proizvoljne tačke prelazne krivine	$y = \frac{x^3}{6Rl} = \frac{l^2}{6R}\left(\frac{x}{l}\right)^3 =$ $= 4 \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^3 \cdot f$	$y = 4\left(\frac{x}{l}\right)^3 \cdot f = cf$

Obrasci u koloni 2 mogu se upotrebiti za prel. krivine do dužine oko $\frac{R}{[illegible]}$, dakle za sve prelazne kriv. po tabl. $3N$ i $4N$. Kod upotrebe duže prelazne krivine, ima se računati po tačnijim obrascima u koloni 3. (Vidi na koncu knjige).

Ordinate prelazne krivine „y" = cf, gde je $f = \frac{l^2}{24R}$ i $c = 4\left(\frac{x}{l}\right)^3$ (v. Sl. 161a).

za x =	$0{\cdot}1\,l$	$0{\cdot}2\,l$	$0{\cdot}3\,l$	$0{\cdot}4\,l$	$0{\cdot}5\,l$	$0{\cdot}6\,l$	$0{\cdot}7\,l$	$0{\cdot}8\,l$	$0{\cdot}9\,l$	l
je C =	0·004	0·032	0·108	0·256	0·500	0·864	1·372	2·048	2·916	4·000

Dužina prelazne krivine L uzima se jednaka dužini prelazne rampe, t. j. $L = n\,h$.* Od prelazne krivine polovica pada u pravac, a polovica u kružnu krivinu.

Sl. 161a. Prelazna krivina — njezino iskolčenje

Vrijednosti, koje su potrebne za iskolčenje prelazne krivine, računaju se po ovim obrascima:

Ordinata k (sl. 161.) za krajnu točku prelazne krivine B (za apscisu $x = l$) koja je zajednička sa PK t. j. sa početkom čiste krivine, je $k = \frac{l^2}{6R}$ prema tome pomicanje kružne krivine prema njezinu središtu je

$$f = \frac{k}{4} = \frac{l^2}{24R}$$

Ugao za tangentu u krajnoj točki prelazne krivine, koja je ujedno i početna točka čiste krivine PK, je

$$tg\,\tau = \frac{l}{2R}$$

Ordinata proizvoljne točke prelazne krivine je:

$$y = \frac{x^3}{6Rl} = \frac{l^2}{6R}\left(\frac{x}{l}\right)^3$$

Dužina prelazne krivine u osi kolosijeka je:

$$L = l + \frac{l^3}{40R^2}$$

Na osnovu gornjih obrazaca možemo da izračunamo za svaku točku prelazne krivine i njezinu apscisu x pripadnu ordinatu y, a $\frac{y}{x} = tg\,\alpha$, t. j. tangensu kuta priklona vizure iz PPK na smjer glavne tangente kao apscisne osi. Po tangensu odredit ćemo i kut priklona za iskolčenje pre-

* Da u krivini zbog djelovanja centrifugalne sile ne bi voz iskočio, nadvisuje se vanjska šinja. To nadvišenje je postepeno od PPK do PK, a iznosi za normalni kolosijek $h = 8\ Vmaks$, a za uzani 0.76 m $h = 6{,}3\ Vmaks$, gdje je h u m/m, $Vmaks$ = najvećoj dozvoljenoj brzini voza u km/sat, a R je u metrima.

lazne krivine polarnom metodom iz PPK. (Sl. 162.). Drugi način, pomoću apscisa i ordinata, prikazan je na str. 326. i 334.

U tablicama koje su priložene propisima: 3 N, 4 N, 3 U, a koje su dodane pri koncu ove knjige, unesene su vrijednosti za nadvišenje vanjske šinje h u mm, nagib rampe od PPK do PK = 1 : n, dužine prelaznih krivina, dužine prelazne rampe $l = n\,h \cong 10\,Vmaks$. za razne polumjere i brzine, i to: dužina krivine zajedno sa prelaznom krivinom iznosi:

$$DK = \frac{R\ \pi\ .\ (\beta - 2\tau)}{180} + 2\,L$$

Sl. 162. Prelazna krivina po pravilniku br. 14

Kod prelaznih krivina po tablici 3 N, 4 N, 3 U može se kao dovoljno točno uzeti (sa griješkom do najviše 20 mm) da je $DK = \frac{R\ .\ \pi\ .}{180} + l$

Dužina tangente od sjecišta tangenata TK do početka prelazne krivine iznosi: $DT = (R + f)\ tg\frac{\beta}{2} + \frac{l}{2}$.

Odstojanje sredine krivine, t. j. tjemena krivine do TK iznosi:

$DS = (R + f)\ .\ (\sec\frac{\beta}{2} - 1)$.

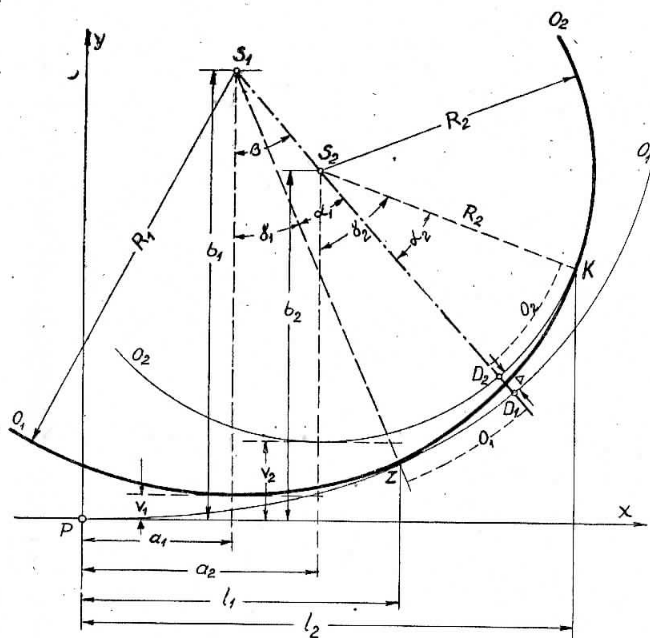
Vrijednosti $\frac{\pi\ \beta}{180}$, tang β i sec $(\frac{\beta}{2} - 1)$ za razne kuteve β mogu se uzeti iz tablica za iskolčenje krivina.

3. Obrasci u točki 2 mogu se kako je već prije navedeno upotrebiti za iskolčenje prelaznih krivina, kojih dužine ne prelaze vrijednost od oko $\frac{R}{3\ \ 5}$ t. j. dovoljno su točne za prelazne krivine po tablicama 3 N, 4 N, i 3 U. (Vidi na koncu knjige).

Ako je u izvjesnim slučajevima potrebna veća točnost za iskolčenje prelaznih krivina, ili ako se upotrebljavaju prelazne krivine duže od navedenih, onda treba računati po točnijim obrascima, koji su navedeni u

koloni 3. priloga I. »Propisa«. (Vidi str. 325.). Po ovim obrascima ne pada polovica prelazne krivine u pravac, a druga polovica u kružnu krivinu, već je dio u pravcu »*a*« nešto manji od polovine prelazne krivine.

Kao što se prelazne krivine umeću između pravca i krivine, one se umeću i između kružnih lukova raznih polupr
ečnika:



Sl. 163a. Prelazna krivina između kružnih krivina

Za ovo točnije iskolčenje valja upotrebiti tablice Sarazin-Oberbeck-Höfer iz 1938. god. ili tablice: Dr. Ing. Žnideršić, Priručnik za iskolčavanje prelaznih krivina, Ljubljana 1947. god.

U slučaju upotrebe točnijih obrazaca iznosi dužina tangente od *TK* do početka prelazne krivine $PPK = DT = (R + f) \cdot tg\ \beta + a$,

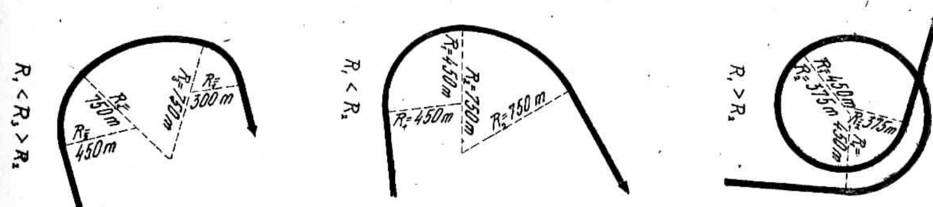
a dužina krivine $DK = \frac{R\pi(\beta - 2\tau)}{180} + 2L$

4. Kod sastavljenih krivina umeće se prelazna krivina između oba luka raznih polumjera, ako razlika u nadvišenju iznosi više od 40 mm. Za izračunavanje potrebnih vrijednosti vidi u nastavku.

Jednake vrijednosti dobivamo i po Pravilniku br. 14. iz 1940. god., čl. 18.

h. SASTAVLJENA (SLOŽENA) KRIVINA

Pri polaganju trase nastojat ćemo da između uzastopnih kružnih krivina n e u m e ć e m o kratke međupravce, jer bi oni uzrokovali nemirnu vožnju i bibanje vozila. Mnogo je bolje da takve krivine spojimo trećom krivinom i dobit ćemo sastavljenu (složenu) krivinu (njemački: Korbbogen), sl. 164a, preko koje je hod voza mnogo mirniji. Često se događa, da se jedna ista kružna krivina, osobito kod zaokretaja (zavoja) ne će moći da dobro prilagodi terenu. Da produženje te krivine ne bi



Sl. 164 a, b i c. Sastavljena krivina

mnogo povećalo radove i da trasu bolje prilagodimo terenu, mijenjat ćemo njezin polumjer, koji može da bude veći ili manji od prvoga. (Sl. 164b.). I kod punih zaokretaja u tunelu zbog razvijanja pruge u usponu ili oko jednog čunjastog brežuljka ne ćemo to provesti punim krugom istog radiusa, pak ćemo morati mijenjati polumjer da gornja pruga ne dođe iznad donje, čime bi se ona udaljila od terena i uzrokovala veće radove. Gornji dio krivine redovito će biti manjeg radiusa, i tim će se trasa bolje prilagoditi terenu. (Sl. 164c.). Obje krivine raznih polumjera spajaju se tangencijalno u svojoj dodirnoj točki. U svim takvim slučajevima promjene smjera pruge, i to pri prijelazu iz pravca u krivinu, kao i pri prijelazu iz krivine manjeg u krivinu većeg polumjera ili obratno, moramo umetnuti prelaznu krivinu između kružnih krivina R_1 < od R_3 kao i između R_3 > od R_2. (Vidi sliku 164.a).

I ove prelazne krivine bit će dijelovi kubne parabole, kojoj će se jedna polovica razviti u krivini polumjera R_1 počevši od polumjera $\varrho = R_1$, dok će se druga polovica razviti u krivini polumjera ϱ_1 i svršiti kod $\varrho = R_2$.

Prema pravilniku br. 14. od 1940. g. i Propisima G. Ž. br. 4325/37. od 1937. g., pri određivanju prelazne krivine između kružnih krivina raznih polumjera upotrebljavaju se obrasci:

$$l = n \cdot (h_2 - h_1), \text{ gdje je } R_1 > \text{ od } R_2$$

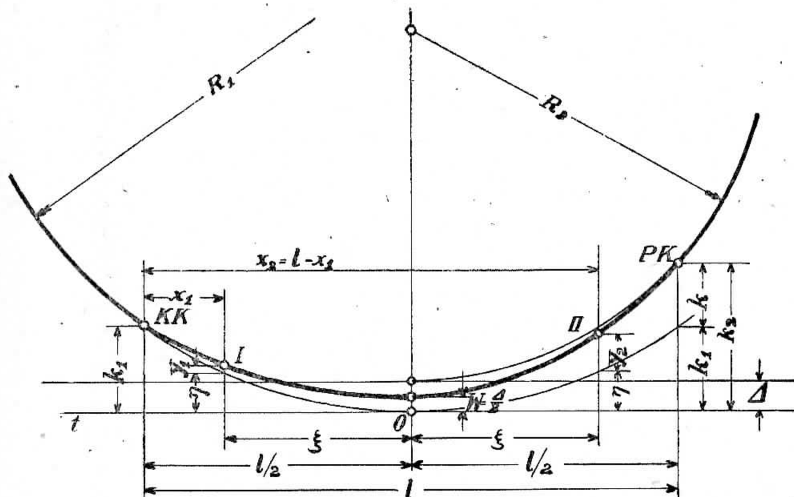
$$\rho = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} \qquad \triangle = \frac{l^2}{24\rho}$$

$$\eta = R_1 - \sqrt{R_1^2 - \xi^2}$$

$$k_1 = R_1 - \sqrt{R_1^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2}$$

$$k_2 = \Delta + \left[R_2 - \sqrt{R_2^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2}\right] = k_1 + k$$

Prelazna krivina iskolčuje se ordinatama od tangente t na kružnu krivinu većeg polumjera R_1 sa obje strane točke 0 (sl. 163.b).



Sl. 163b. Prelazna krivina između kružnih krivina

Ove ordinate određuju se sabiranjem odnosnih ordinata η kružne krivine polumjera R_1 i ordinata y_1, $y_2 \ldots . k$, određenih za odstojanja x_1, $x_2 \ldots . l$ i vrijednost ϱ prema obrascu u koloni 2 na strani 325.

Primjer: točka I u odstojanju ξ od točke O sa strane kružne krivine polumjera R_1 ima ordinatu $\eta + y_1$ i točka II sa jednakim odstojanjem ξ od točke O na strani kružne krivine polumjera R_2 ima ordinatu $\eta + y_2$.

Ordinate η kružne krivine sa polumjerom R_1 dobivamo direktno iz tablica za iskolčenje krivina, ili ih računamo po gornjem obrascu, a ordinate y_1 i y_2 dobivamo iz obrazaca

$$y_1 = \frac{\left(\frac{l}{2} - \xi\right)^3}{6 \cdot \rho \; l} \qquad y_2 = \frac{\left(\frac{l}{2} + \xi\right)^3}{6 \cdot \rho \cdot l}$$

U sustavu x—y na slici 163.a, b prikazana je prelazna krivina izražena formulom:

$$y = \frac{x^3}{6C} = \frac{x^3}{6R \cdot l}$$

Pođemo li po prelaznoj krivini od njezina početka P, umanjuje se stalno njezin polumjer zakrivljenosti ϱ, dok u točki Z ne dostigne vrijednost R_1 (sl. 163.a). U toj točki je zakrivljenost prelazne krivine ϱ jednaka zakrivljenosti kružne krivine O_1 polumjera R_1, koja se u točki Z nastavlja iza prelazne krivine. Ako je $R_1 > R_2$ to onda znači, da je točka Z početak prelazne krivine za krivinu O_2 polumjera R_2. Slično je i sa točkom K, u kojoj polumjer prelazne krivine ϱ dostiže vrijednost R_2, a iz koje se nastavlja krug O_2 polumjera R_2, gdje se one dotiču. To znači, da je u toj točki konac prelazne krivine. Dio od Z—K prelazne krivine jest prelazna krivina, umetnuta između kružnih krivina O_1 i O_2.

Spojnica središta S_1 i S_2 presijeca krug O_1 u točki D_1 a krug O_2 u točki D_2.

Točke D_1 i D_2 od osobite su važnosti za prelaznu krivinu između njih.

Tangente krugova O_1 (O_2) u točkama D_1 (D_2) paralelne su.

$D_1 - D_2 = \Delta$ je najmanja udaljenost obiju kružnih lukova. Opišemo li iz središta S_1 koncentričnu kružnu krivinu sa polumjerom $(R_1 - \Delta)$, on dira luk O_2 u točki D_2, a opišemo li luku O_2 koncentrični kružni luk sa polumjerom $(R_2 + \Delta)$, on će dirati luk O_1 u točki D_1.

Na toj okolnosti osniva se izlučenje međuležeće prelazne krivine iz računa složenih krivina, i to na način, da nadoknadimo, ili luk većega polumjera koncentričnim lukom, čiji je polumjer za veličinu Δ umanjen, ili luk manjeg polumjera sa koncentričnim lukom, čiji je polumjer za veličinu Δ povećan.

Tom nadoknadom jednoga od obaju lukova, izlučit ćemo prelaznu krivinu, koja leži između oba luka, a luk će se pretvoriti u složeni luk bez međuležeće prelazne krivine. Oba luka dotiču se u točki D_1 (D_2).

Radi navedenih svojstava možemo točke D_1 i D_2 nazvati dodirnim parom lukova O_1 i O_2. (Vidi Müller Fr., Složeni oblouk — Brno 1923.).

i. KRIVINSKE FUNKCIJE SA PRELAZNOM KRIVINOM

Kako je već prije spomenuto funkcije za čistu krivinu dobit ćemo iz raznih tablica. Treba izračunati promjene, koje će nastati umetanjem prelazne krivine između pravca i kružne krivine. Vidi sliku 165.

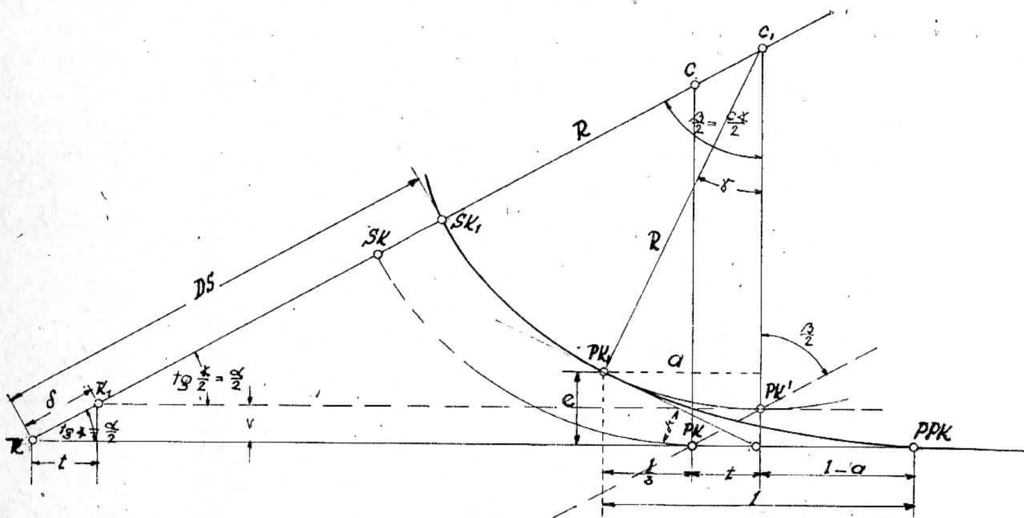
$$\frac{t}{v} = tg \frac{\beta}{2} \qquad \beta = c \sphericalangle = \text{centralni kut}$$

$$t = v \; tg \frac{\beta}{2} \qquad \alpha = tg \sphericalangle = \text{tangentni kut}$$

$$\alpha + \beta = 180^0$$

$$\frac{\delta}{v} = \frac{1}{\sin \frac{tg \sphericalangle}{2}}$$

$$\delta = \frac{v}{\sin \frac{tg \sphericalangle}{2}}$$



Sl. 165. Krivinske funkcije luka sa prelaznom krivinom

DK = dužina krivine od $PPK - SK_1 - KPK$, t. j. dužina krivine od početka prelazne krivine, preko pomaknutog tjemena krivine SK_1, do kraja prelazne krivine.

DT = dužina tangente od $PPK - TK = T\check{c} + (l - a) + t$, t. j. dužina od početka prelazne krivine do sjecišta tangenata TK, što je jednako čistoj tangenti $T\check{c} + (l - a) + t$.

DS = udaljenost od TK do $SK_1 = TK$ do $SK + \delta = DS\check{c} + \delta$, t. j. udaljenost od sjecišta tangenata TK do pomaknutog tjemena krivine SK_1 = čistoj udaljenosti od sjecišta tangenata do tjemena krivine + pomak δ zbog umetanja prelazne krivine.

$PK - SK - KK = K\check{c}$ = čista krivina,
$PPK - PK_1 = L$ = prelazna krivina,
$KK_1 - KPK = L$ = prelazna krivina.

Dužina čitave krivine DK bit će jednaka zbroju čiste krivine $K\check{c}$ i prelazne krivine sa obje strane 2 L.

$$DK = \frac{\pi\,(\beta - 2\gamma)}{180} \cdot R + 2\,L = \frac{\pi \cdot \beta}{180} \cdot R - \frac{2\pi \cdot \gamma \cdot R}{180} + 2\,L$$

$$2\,L - \frac{2\pi \cdot \gamma \cdot R}{180} = \triangle, \quad DK = \frac{\pi \cdot \beta}{180} \cdot R + \triangle$$

Za svaki C i R je Δ konstantan, a nalazimo ga u preglednoj tablici Dr. Pernta, jednako kao i »v«, a može se i računati.

Veličinu $(TK$ do $SK) = DS$ uzimamo iz tablica Hanhart i Waldner, ili drugih, prema tome dobit ćemo:

$$DT = PPK \text{ do } TK = (R + v) \, . \, tg\frac{\beta}{2} + (l - a)$$

$$DS = TK \text{ do } SK_1 = (R + v) \, . \, \sec\frac{\beta}{2} - 1) + v$$

$$DS + R = (R + v) \, . \, \sec\frac{}{2}, \; a$$

$$DS = (R + v) \sec\frac{\beta}{2} - R$$

Dodamo li $+ v$ i $- v$ dobit ćemo:

$$DS = R \, . \, \sec\frac{\beta}{2} + v \, . \, \sec\frac{\beta}{2} - R + v - v = (R + v) \, . \, (\sec\frac{\beta}{2} - 1) + v.$$

Funkcije za čistu krivinu za svaki R i $C \sphericalangle \beta$ ili $tg \sphericalangle \alpha$ dobit ćemo iz tablica Hanhart i Waldner ili drugih. Vrijednosti od $\frac{l}{2}$ (ili l—a), zatim v i e uzet ćemo po propisima G. Ž. br. 4325/37., po Perntu, po tablicama austrijskih državnih željeznica, ili po drugim propisima, a unijete su u tablice.

Kod Austrijskih državnih željeznica računale su se te vrijednosti po formulama:

$$t = v\, tg\frac{C \sphericalangle}{2} \quad \ldots\ldots \quad \text{I}$$

$$v = \frac{6{,}000.000}{r^3} = \frac{e}{4} \quad \ldots\ldots \quad \text{II}$$

$$l = \frac{12.000}{r} \quad \ldots\ldots \quad \text{III}$$

$$y = \frac{x^3}{72.000}, \text{ od } x = 0 \text{ do } x = l \quad \ldots\ldots \quad \text{IV}$$

$$e = \frac{24{,}000.000}{r^3} = 4\,v \quad \ldots\ldots \quad \text{V}$$

(I–V:) Vrijedi za glavne željeznice i za C = = 12.000.*

Gornje se vrijednosti mijenjaju za razne C.

* Po austr. propisima iz 1920. god. je vrijednost C = 20.000.

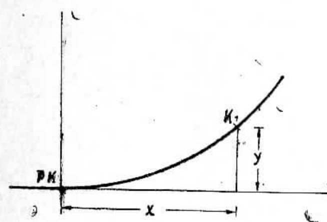
X. ISKOLČENJE KRIVINA

a. RAZNI NAČINI

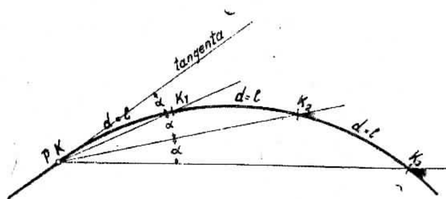
Nakon što smo izračunali funkcije jedne krivine, i to njezinu dužinu *DK*, dužinu tangenata *DT* i udaljenosti sredine (tjemena) krivine *SK* od *TK* = *DS*, iskolčit ćemo najprije na terenu glavne točke krivine, i to:

a) Kod čistih krivina bez prelazne krivine točke: *PK, SK* i *KK,* i to na ovaj način:

Postavit ćemo instrument u *TK,* horizontirat ćemo ga i vizirat ćemo u smjeru jedne tangente i horizontalnim letvama i viskom izmjeriti dužinu tangente. U ravnom ili malo nagnutom terenu možemo mjeriti i čeličnom vrpcom. U toj točki u točnoj udaljenosti i vizuri zabit ćemo kolac i u nj zatući klinac i obilježiti ga kao početak krivine *PK.* Nakon što smo zatukli klinac, još jednom kontroliramo vizuru i na alhidadi očitamo horizontalni kut za taj smjer i zabilježimo ga u bilježnici. Tada viziramo u smjeru druge tangente i na alhidadi očitamo kut. Razlika tih dvaju čitanja dat će nam tangentni kut *α*, koji označujemo sa *tg* ∢... Onda u toj vizuri izmjerimo dužinu druge tangente, u daljini, koja njoj odgovara, udarimo kolac, obilježimo kraj krivine sa *KK* i zatučemo u točnoj udaljenosti i vizuri klinac. Iza toga raspolovimo prije dobiveni *tg* ∢ *α*, viziramo u smjeru raspolovnice, izmjerimo udaljenosti od *TK* do *SK* t. j. do tjemena krivine, zabijemo kolac i klinac u točnoj vizuri i daljini. Tu točku označimo sa *SK* (sredina ili tjeme krivine). (Sl. 168.).



Sl. 166. Iskolčenje krivine apscisama i ordinatama



Sl. 167. Iskolčenje krivine polarnom metodom

Kad imamo ove tri glavne točke kružne krivine i to njezin početak *PK,* sredinu (tjeme) *SK* i njezin kraj *KK,* onda možemo da iskolčimo svaku točku krivine. Dužinu krivine, koju smo izračunali po tablicama, razdijelimo u dvije polovice, a svaku polovicu u jednake dijelove po 10, 15, 20 m, više jedan ostatak, koji će ostati. Ovi razmaci između krivinskih točaka tim su manji, čim je *R* manji.

Budući da za dužinu mjerimo tetivu, a ne luk, moramo nastojati, da razlika između njih bude malena i da se može zanemariti, jer bi inače

pogreška mogla da bude znatna. Redovito se uzima, da je kod ovakvih geod. radova točnost od *1/2000* dovoljna, a kod nje možemo da iskolčujemo sa tetivama dugim do *R/10*. Svaku od tih točaka krivine moramo označiti jednim kolcem i klincem, a zovemo ih K_1, K_2, K_3 ili $\overline{1}$, $\overline{2}$, $\overline{3}$ i t. d. Za iskločenje kružnih točaka uobičajene su dvije metode, i to *α*) pomoću apscisa i ordinata od tangente, te *β*) polarna metoda, kojom se pomoću kuta priklona, t. j. perifernog kuta za svaku d u ž i n u l u k a *l* (ne tetive), može iskolčiti bilo koja točka kružne krivine, kada su nam poznate dvije njezine točke i udaljenost između njih. Iskolčenje krivina, bilo apscisama i ordinatama (sl. 166.), bilo polarnom metodom (sl. 167.), vršimo pomoću već spomenutih tablica Hanhart i Waldner, Sarazin-Oberbeck-Höfer, izdanje 1941. g. koje su štampane i na našem jeziku u prijevodu Ing. Miloša M. Cvrčanina g. 1948., ili pomoću tablica Dr. Ing. Pernt-a ili drugih.

α) Metoda s apscisama i ordinatama (sl. 166.).

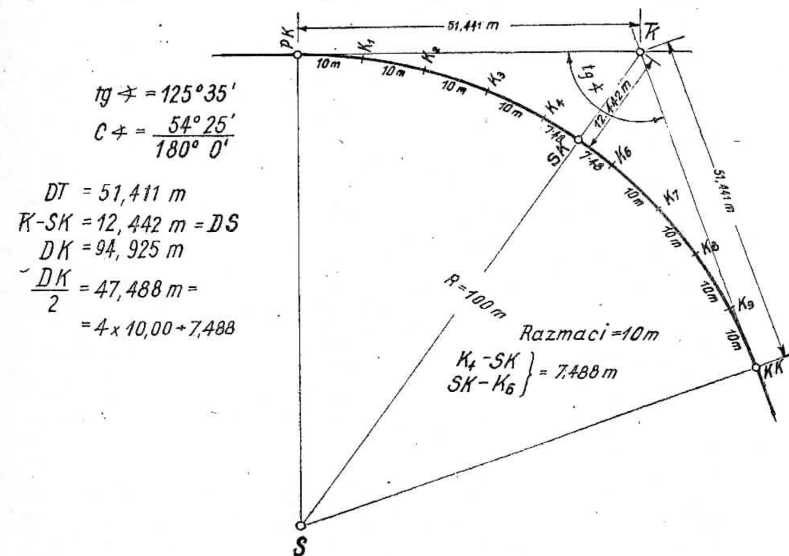
β) Polarna metoda (sl. 167.).

α) Sa apscisama i ordinatama.

$y = \sqrt{R^2 - x^2}$ pak za svaki x možemo izračunati y.

Metodu s apscisama i ordinatama možemo upotrebiti kod kratkih lukova i velikih tangentnih kutova, gdje su ordinate male. (Sl. 166.).

β) Metoda sa polarnim koordinatama je praktičnija i više se upotrebljava. (Sl. 167.). Ne bude li usputno zapreka, radit ćemo postavivši instru-



Sl. 168. Iskolčenje čiste kružne krivine

menat u *PK* i *KK* počinjući zabijanjem kolaca od *SK* prema *PK* ili *KK.* Još praktičnije će biti postavimo li instrumenat u *SK* i budemo li iskolčili krivinu desno i lijevo i zabijali krivinske točke od *PK* i *KK* prema *SK.* Ovim po-

sljednjim načinom uštеđujemo jedno postavljanje instrumenta. Radeći od najdulje vizure prema instrumentu radimo mnogo točnije nego li obrnuto, jer svaki instrumenat duljim stajanjem nešto mijenja svoj položaj, bilo zbog hodanja oko njega ili utjecajem sunca ili vjetra (jednostrano zagrijavanje ili hlađenje). Pogreške, koje zbog toga nastaju razmjerne su udaljenostima točke od stajališta instrumenta, a postaju to veće, što duže traje rad. Zato je bolje raditi od većih prema manjim udaljenostima i kontrolirati vizure (sl. 167.).

Primjer:

$$tg \sphericalangle = 125^{0}35', \quad \frac{1}{2} tg \sphericalangle = 62^{0}47'30''$$

$$c \sphericalangle = 54^{0}25', \quad \frac{1}{2} c \sphericalangle = 27^{0}12'30''$$

$$tg \sphericalangle + c \sphericalangle = 180^{0}00'$$ Polumjer krivine je $R = 100\ m$.

Po tablicama Handhard i Waldner dobivamo:

Duž. *Tgte* = 51,411 m

TK do *SK* = *DS* = 12,442 m

Duž. *Kriv.* *DK* = 94,975 m, koju valja raspoloviti:

$\frac{DK}{2} = 47{,}488$ m. Ovu dužinu razdijelimo sa 10 i dobit ćemo $4 \times 10 = 40$ m + ostatak od 7,488 m.

Ove vrijednosti vrijede za $R = 100$ m, da je koji drugi *r*, onda bi se sve ove vrijednosti morale množiti sa: $\frac{R}{r} = \frac{R}{100} = 1$, a za $r = 1$ dobivene vrijednosti (po Sarazinu) množit će se sa 100.

Stajalište instrumenta u *PK* — vizura prema *TK*

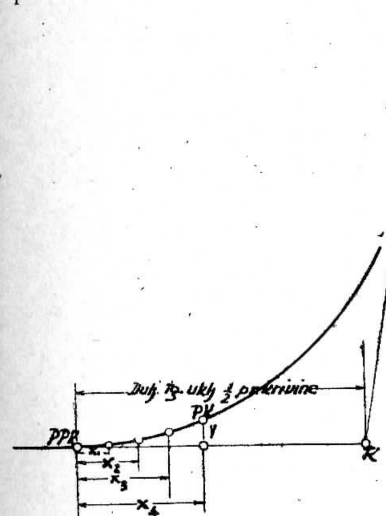
Čitanje na alhidadi:	75⁰ 22′	, dodati
kut priklona za 10 m dužine luka	2⁰ 51′ 53″	„
K_1	78⁰ 13′ 53″	
kut priklona za 10 m dužine luka	2⁰ 51′ 53″	„
K_2	81⁰ 05′ 46″	
kut priklona za 10 m dužine luka	2⁰ 51′ 53″	„
K_3	83⁰ 57′ 39″	
kut priklona za 10 m dužine luka	2⁰ 51′ 53″	„
K_4	86⁰ 49′ 32″	za 7 m = 2⁰ 0′ 19″
kut priklona za 7,488 m	2⁰ 08′ 35″	za 0,488 m = 0⁰ 8′ 16″
		za 7,488 m = 2⁰ 8′ 35″
vizura prema *SK* za duž. luka od 47 + 0,488 čitanje	= 88⁰ 58′ 07″	

Ujedno se provede i kontrola:

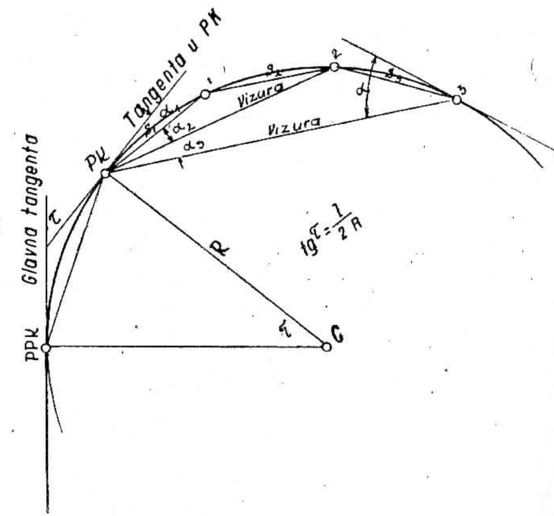
Periferni kut za 40 m duž. luka	= 11⁰ 27′ 33″
kut za 7,488 m „ „	= 2⁰ 08′ 33″
Periferni kut za 47,488 m	= 13⁰ 36′ 08″
Čitanje na alhidadi u pravcu *Tgte*	= 75⁰ 22′ 00″
Vizura prema *SK*	= 88⁰ 58′ 08″ koji je kut = gornjem.

Bolje bi bilo, da smo od *PK* uzeli vizuru prema *SK*, a otud išli natrag prema *PK*. Zbrojimo li sve kutove za čitavu dužinu od 47,488 m, moramo dobiti vizuru naprama *TK* i time imamo kontrolu.

Najbolje bi pak bilo, da smo postavili instrument u *SK* i uzeli vizuru prema *TK* koja je ujedno vizura prema središtu krivine *C*. Ako tom smjeru pribrojimo ± 90⁰ to će nam dati smjer tangente u tjemenu krivine. Ovome pridodamo, ili od njega odbijemo, kut koji odgovara dužini polovice krivine, pak iskolčujemo točke krivine od *PK* ili *KK* prema *SK*. Na taj način možemo iz jednog stajališta iskolčiti čitavu krivinu, ako nije previše duga. Ako li je, onda će biti bolje, da iz *SK* iskolčimo samo srednju polovicu, a po ¼ iz *PK* i iz *KK*. Svakako morat ćemo provesti kontrolu za cijelu polovicu krivine, koliko iz *SK* kao i iz *PK* i iz *KK*, kako je to već prije spomenuto.



Sl. 169. Iskolčenje prelazne krivine apscisama i ordinatama



Sl. 170. Iskolčenje krivinskih točaka iz *PK* polarnom metodom

b) Ako krivina ima prelaznu krivinu, morat ćemo, kako je već navedeno na str. 331., 332. i 333., izračunati funkcije prelazne krivine i dodati ih vrijednostima za čistu kružnu krivinu, koje smo dobili iz tablica, i takvu krivinu iskolčiti na terenu. (Vidi str. 332., sl. 165.).

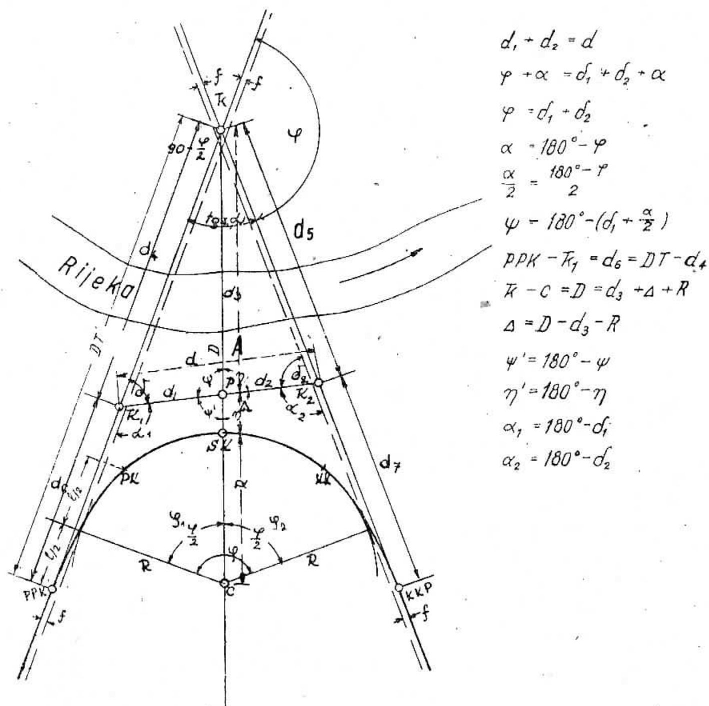
Prelaznu krivinu od *PPK* do *PK* i od *KPK* do *KK* možemo iskolčiti, bilo s apscisama *x* i ordinatama *y* počevši od *PPK*, dotično *KPP* nanoseći ih od tangente, za svaku točku prelazne krivine (sl. 169.), a možemo i sa kutom priklona na tangentu i dužinom do svake od tih točaka prelazne krivine, koje se krajna točka mora slagati sa početkom čiste krivine *PK* i krajem čiste kružne krivine *KK* (slika 170.). Ako na tu točku, koja je zajednička prelaznoj krivini i kružnoj krivini, povučemo tangentu, možemo počevši od nje iskolčiti polarnom metodom potrebite točke kružne krivine (Vidi sliku 170.).

Tangentu u *PK* i *KK* dobit ćemo, ako iz tih točaka povučemo pravac, koji sa glavnom tangentom zatvara kut τ. Prema našim propisima G. Ž.

br. 4325/37. tangenta kuta $\tau = \frac{l}{2R}$ ili $= \frac{3k}{l}$, gdje je $k = \frac{l^2}{6R}$, a l ćemo dobiti iz tablice 3 N spomenutih propisa (vidi dodatak ove knjige).

b. POMOĆNE TANGENTE

U slučajevima, gdje je krivina previše duga, ili gdje bi se tangente, jer zatvaraju preveć oštar kut, sjekle daleko, ili je TK, t. j. sjecište tangenata nepristupačno (kad ono pada preko jedne rijeke, iza visokog zida, u gustu šumu, jedan grad i slično), mogu se umetnuti pomoćna



Sl. 171. Pomoćna tangenta

sjecišta TK_1, TK_2... prema potrebi, koja su bliža i pristupačnija (sl. 171.). To se može da dogodi i u uskim kanjonima rijeka, a može da se primijeni i kod tunela u krivini, ako se želi postići točniji rad pomoću tangenata od onoga polarnom metodom. Pomoćna tangenta sjeći će glavne tangente, a nastojat ćemo, da prolazi u blizini tjemena krivine. Na taj ćemo način dobiti dva nova sjecišta tangenata i dva nova tangentna kuta α_1 i α_2, a njihovi suplementarni centrični kutovi φ_1 i φ_2 zbrojeni daju centrični kut φ, koji zatvaraju glavne tangente. Krivinu i njezine funkcije računat ćemo prema tako dobivenim kutovima, a zbroj obiju krivina, koji odgovara središnjim ∢ φ, bit će jednak cijeloj krivini. Još će biti bolje,

ako krivinu razdijelimo u dvije jednake polovice, u kom slučaju će biti $\varphi_1 = \varphi_2 = \frac{\varphi}{2}$, ali će to zavisiti i od položaja, gdje padaju pomoćna sjecišta tangenata TK_1 i TK_2.

Ovdje ćemo razmotriti taj slučaj, koji u praksi često nastupa, t. j. da je sjecište tangenata TK nepristupačno bilo s kojeg od prije navedenih razloga. U takvu slučaju najprije na slojnom planu, a kasnije i na terenu, i to onako, kako nam se čini najpovoljnije, presiječemo dvije glavne tangente jednim pomoćnim pravcem, koji prolazi u blizini tjemena krivine. Taj pomoćni pravac može da pada izvan tjemena, kao i unutar tjemena krivine prema njezinu središtu (sl. 171.). Na taj ćemo način dobiti dva pomoćna sjecišta TK_1 i TK_2, kojih udaljenost $d_1 + d_2 = d$, kao i kutove δ_1 i δ_2 možemo direktno izmjeriti i u planu, a i na terenu, te riješiti trokut $TK - TK_1 - TK_2$. (Vidi sl. 171.). Vanjski kut φ u $TK = \delta_1 + \delta_2 =$ centralnom kutu φ, dok je tangentni kut α s njim suplementaran, pak možemo da izračunamo $\frac{\alpha}{2}$ i kut ψ koji je jednak $180 - (\delta_1 + \frac{\alpha}{2})$ kao i dužine PPK do $TK_1 = d_6$ i TK_2 do $KPK = d_7$. Isto tako iz trokuta $TK - TK_1 - P$ možemo da izračunamo i dužinu od TK do $P = d_3$, a tako i dužinu P do $SK = \Delta$ u raspolovnici kuta α.

Ukoliko kružna krivina nema prelaznice, račun je sasvim prost, a ukoliko je ima, valja umetnuti prelaznicu, dotično odmaknuti kružnu krivinu za veličinu »f« (v) od tangenata i za (δ) od njezina tjemena prema središtu krivine C (vidi sl. 165. i 171.). I nakon što smo odmaknuli kružnu krivinu za veličinu »f« prema njezinu središtu, možemo da za tu veličinu pomaknemo paralelno glavne tangente i dobit ćemo isti slučaj kružne krivine bez prelaznica, a kad smo za taj slučaj račun proveli, priračunamo razlike koje nastaju umetanjem prelaznica. Koliko u jednom, toliko i u drugom slučaju moramo i svakoj dužini glavne tangente dodati po $L/2$, a kružnoj krivini treba dodati po $L/2$ sa svake strane, t. j. cijelu dužinu L. Dužina TK do $C = D = d_3 + \Delta + R$, iz toga

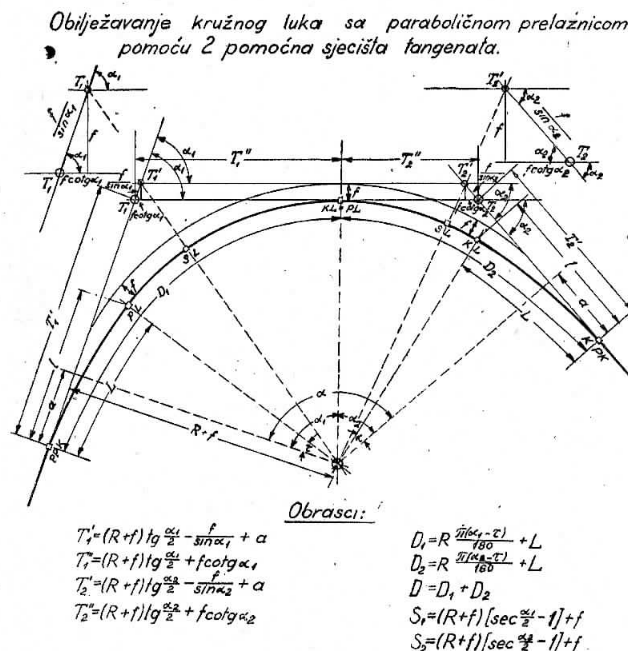
$$\Delta = D - R - d_3$$

Budući da nam je i kut ψ u $P = 180^0 - (\delta_1 + \alpha/2)$ poznat, možemo da utvrdimo i da iskolčimo smjer raspolovnice tangentnog kuta α i na njoj od točke P izmjeriti dužinu Δ, tako ćemo dobiti tjeme krivine SK.

Nakon što smo utvrdili točku SK, t. j. tjeme krivine, a imamo i smjer raspolovnice tangentnog kuta α, a i njezinu dužinu, koja je od TK do $SK = d_3 + \Delta$ i pridodamo li toj dužini polumjer R dotične krivine, dobit ćemo čitavu dužinu od TK do $C = D$. Kad imamo raspolovnicu i točku SK, onda možemo kroz tu točku povući okomicu na tu raspolovnicu, koja će ujedno biti i tangenta u tjemenu kružne krivine polumjera R,

pak iz te točke možemo da polarnom metodom iskolčimo sve ostale točke kružne krivine od *PK* do *SK* i od *KK* do *SK*.

U 4. broju »Saobraćaja« od 1948. g., na str. 240.—245., u čl. »Obilježavanje krivina željezničkih pruga sa pomoćnim tjemenima«, a i u knjizi Obilježavanje novih željezničkih pruga Beograd 1949. ing. Dušan Slaviček prikazao je način, kako se u slučaju nepristupačnosti do sjecišta tangenata *TK* mogu umetnuti pomoćna sjecišta TK_1 i TK_2 ..... prema



Sl. 172. Kružna krivina sa prelaznicom sa dva pomoćna sjecišta

potrebi. Ing. Slaviček promatra slučajeve, koje zbog njihove važnosti ovdje prenosimo, sa jednom, dvije i tri pomoćne tangente, dotično dijeli kružnu krivinu uključivo prelaznice u dvije, tri i četiri krivine, koje on zove dvostruka, trostruka, i četverostruka krivina. Osobito u potonjem slučaju, sjecišta, a tako i tangente na kružnu krivinu, mnogo se približavaju samom luku, i treba vrlo malo prostora sa vanjske strane krivine za iskolčenje i utvrđivanje pomoćnih sjecišta tangenata *TKn* i za iskolčenje krivinskih točaka pomoću apscisa i ordinata. U tome stoji praktična strana ovakva rada.

Ovdje iznosimo slučajeve po ing. D. Slavičeku:

P r v i s l u č a j. Obilježavanje kružnog luka uključivo kubne parabole kao prelaznice, sa jednom pomoćnom tangentom, dotično sa dva pomoćna sjecišta. Krivina je podijeljena u dva dijela (Sl. 172.).

Na slojnom planu možemo ucrtati i pomoćne tangente i kružnu krivinu te dobiti tjemena krivine, ali se ovaj rad na slojnom planu ne će

slagati sa radom na terenu. Osim toga na terenu nemamo još iskolčenu krivinu, pak ne možemo da dobijemo njezino tjeme, dotično tjemena, ako kružnu krivinu dijelimo na više od dva dijela. U tom slučaju moramo postupiti, kao što je na str. 338. prikazano.

Središnji kut α rastavlja se u dva kuta: $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$.

Krivina se time rastavlja u dvije krivine istog polumjera, koje imaju samo sa jedne strane prelaznicu (sl. 172.). Pomoćna sjecišta jesu prijesjeci glavnih (osnovnih) tangenata sa pomoćnom tangentom, koja tangira kružni luk. Paralelnim pomicanjem ove pomoćne tangente prema središtu luka za vrijednost *f* pomiču se i pomoćna sjecišta po glavnim tangentama prema *PPK* i *KPK* za dužine $\frac{f}{sin\alpha_1}$ i $\frac{f}{sin\alpha_2}$ (sl. 173.). Pomoćne tangente se produžavaju zbog toga za dužine: $f \cdot cot\,\alpha_1$ i $f \cdot cot\,\alpha_2$. Kružni luk zamišljamo također rastavljen u dva dijela, i to: dio, koji pripada središnjem kutu $\alpha_1 - \tau$ i dio, koji pripada središnjem kutu $\alpha_2 - \tau$. Točka, u kojoj se ova dva dijela istog kružnog luka sastaju, označena je sa *KL* = *PL*. Prema tome mjesto 5 imamo u ovom slučaju 7 elementarnih krivinskih točaka, i to: *PPK, PL*, 2 točke *SL, KL* = *PL, KL* i *KPK*. Mjesto jedne vrijednosti imamo 4 razne dužine tangenata: na krajevima T_1' i T_2', a u sredini krivine T_1'' i T_2''.

Postupak kod obilježivanja je ovaj:

Iskolče se pomoćna sjecišta T_1' i T_2' pomoću apscisa i ordinata od operativnog poligona i izmjere se u terenu kutovi α_1 i α_2, koji se općenito ne će slagati sa onima u planu.*

Zato osim kutova valja izmjeriti i dužinu *D* između ta dva sjecišta (sl. 171.) i postupiti, kako je opisano na str. 338 i 339. Ta dužina može da bude veća ili manja od dužine $T_1'' + T_2''$ izračunate po obrascima uz sl. 171. u pril. 1 za predviđeni *R* i odnosnu prelaznicu dužine *L*. Mogu da nastupe dva slučaja, i to:

a) da je $D > T_1'' + T_2''$ (sl. 173.), kod kojega ćemo udaljenosti tih dvaju pravaca izračunati po obrascu:

$$T_1'' + T_2'' + x\,(cot\,\alpha_1 + cot\,\alpha_2) = D,$$

$$x = \frac{D - (T_1'' + T_2'')}{cot\alpha_1 + cot\alpha_2}$$

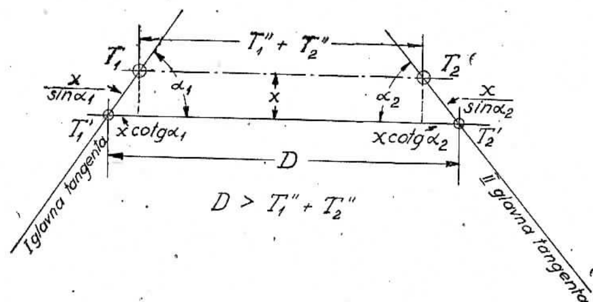
b) da je $D < T_1'' + T_2''$ (sl. 174.), kod kojega ćemo udaljenosti tih dvaju pravaca izračunati po obrascu:

$$T_1'' + T_2'' - x\,(cot\,\alpha_1, + cot\,\alpha_2) = D, \quad x = \frac{(T_1'' + T_2'') - D}{cot\alpha_1 + cot\alpha_2}$$

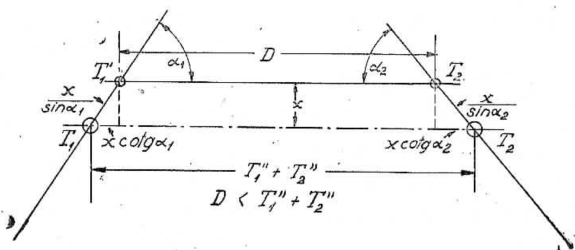
* Ne preporuča se, da se i sjecišta T_1 i T_2 prenesu sa operativnog poligona, već samo glavne tangente, jer od njih radimo točnije. Isto tako valja direktno na terenu izmjeriti dužinu *D* pomoćne tangente, a tako valja izmjeriti i kutove α_1 i α_2. *R* nam je poznat iz slojnih planova, a $\alpha_1 + \alpha_2 = \alpha$ je središnji kut, pak možemo da izračunamo sve funkcije krivine i da odredimo njezino tjeme. Op. pisca

Sada se izračunaju veličine: $\frac{x}{sin\alpha_1}$ i $\frac{x}{sin\alpha_2}$ za pomicanje sjecišta po glavnim tangentama. Sa ovim dužinama istaknu se definitivno sjecišta T_1 i T_2, koji će zauzimati pravilan položaj (prouči sl. 173. i 174.).

Iz navedenog je jasno, da se u slučaju potrebe, mogu izabrati na pravcima glavnih tangenata dvije proizvoljne točke T_1'' i T_2'' i ovim postupkom naći njihov pravilni položaj T_1 i T_2.



Sl. 173. Pomicanje pomoćne tangente prema središtu krivine



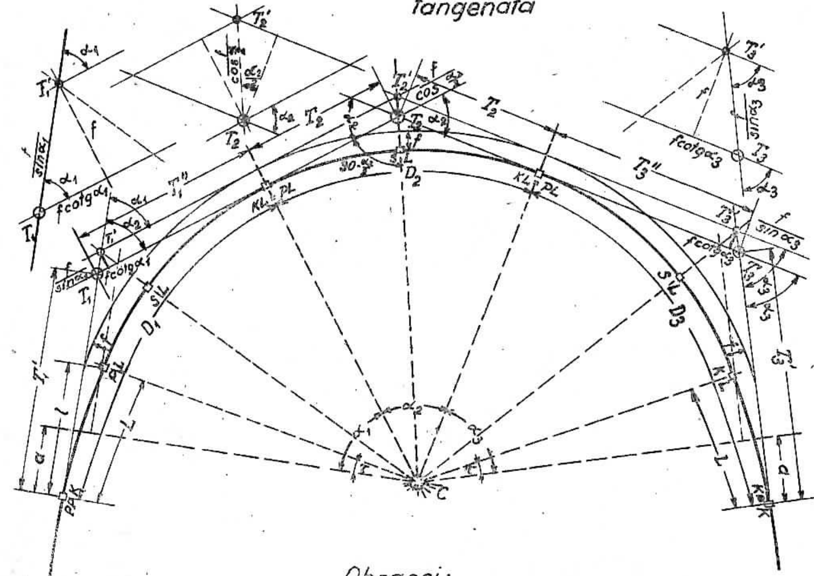
Sl. 174. Pomicanje pomoćne tangente od središta krivine

D r u g i s l u č a j. Obilježivanje kružnog luka, uključivo kubnu parabolu kao prelaznicu sa dvije pomoćne tangente, odnosno sa tri pomoćna sjecišta. Krivina je podijeljena u tri dijela. (Sl. 175.).

Središnji kut α rastavlja se u 3 kuta $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$, a krivina u tri dijela istoga R, od kojih prva i treća imaju po jednu prelaznicu, a srednja je bez prelaznice. Dva krajna pomoćna sjecišta T_1' i T_3' su prijesjeci glavnih tangenata sa pomoćnim tangentama, a srednje pomoćno sjecište T_2' jest sjecište pomoćnih tangenata među sobom. Paralelnim pomicanjem pomoćnih tangenata prema središtu luka za veličinu f pomiču se krajnja pomoćna sjecišta po glavnim tangentama prema PPK i KPK za dužine: $\frac{f}{sin\alpha_1}$ i $\frac{f}{sin\alpha_2}$, a pomoćno sjecište T_2' istodobno se pomiče po raspolov-

nici središnjeg kuta α_2 za dužinu $\frac{f}{sin\left(90 - \frac{\alpha_2}{2}\right)}$ prema središtu krivine. (sl. 176a).

Kružni luk je rastavljen u tri dijela, i to: prvi dio pripada središnjem kutu $\alpha_1 - \tau$, drugi dio kuta α_2, a treći dio kuta $\alpha_3 - \tau$. Dvije točke, u kojima se ova tri dijela luka sastaju, označit ćemo u zapisniku i na daščici



Obrasci:

$T_1' = (R+f)tg\frac{\alpha_1}{2} - \frac{f}{sin\alpha_1} + a$

$T_1'' = (R+f)tg\frac{\alpha_1}{2} + f cotg\,\alpha_1$

$T_3' = (R+f)tg\frac{\alpha_3}{2} - \frac{f}{sin\alpha_3} + a$

$T_3'' = (R+f)tg\frac{\alpha_3}{2} + f cotg\,\alpha_3$

$T_2 = R tg\frac{\alpha_2}{2}$

$D_1 = R\frac{\pi(\alpha_1 - \tau)}{180} + L$

$D_2 = R\frac{\pi\alpha_2}{180}$

$D_3 = R\frac{\pi(\alpha_3 - \tau)}{180} + L$

$D = D_1 + D_2 + D_3$

$S_1 = (R+f)[sec\frac{\alpha_1}{2} - 1]$

$S_2 = R[sec\frac{\alpha_2}{2} - 1] + f$

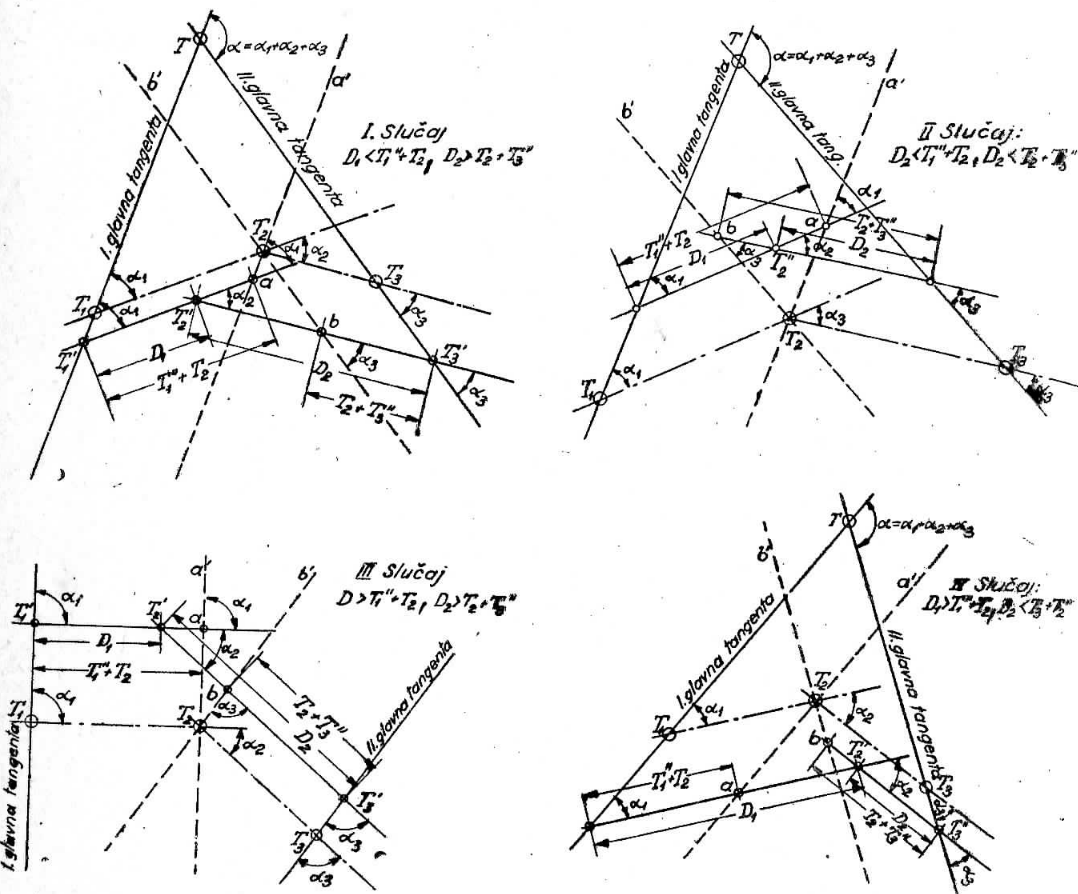
$S_3 = (R+f)[sec\frac{\alpha_3}{2} - 1] + f$

Sl. 175. Kružna krivina sa prelaznicom sa tri pomoćna sjecišta

sa $KL = PL$. Imamo ukupno 5 raznih dužina tangenata: T_1', T_1'', T_2, T_2, T_3'' i T_3', jer su središnje tangente T_2 jednake dužine, a izračunavamo ih pomoću obrazaca u slici 175., a proizlaze iz sastava krivine. Mjesto 5 imamo u ovom slučaju 9 elementarnih krivinskih točaka i to: *PPK, PL, SL, KL = PL, SL, KL = PL, SL, KL* i *KPK*.

Postupak obilježivanja bit će ovaj:

Iskolče se 3 pomoćna sjecišta T_1', T_2' i T_3' pomoću apscisa i ordinata od operativnog poligona (vidi opas. pisca kod prvog slučaja) i izmjere u naravi kutovi α_1, α_2 i α_3, ali se oni ne će podudarati sa pravilnim položajem sjecišta. Da bi se to postiglo izračunaju se vrijednosti T_1'', T_2 i T_3'' za zadani R i za dužinu prelaznice L.



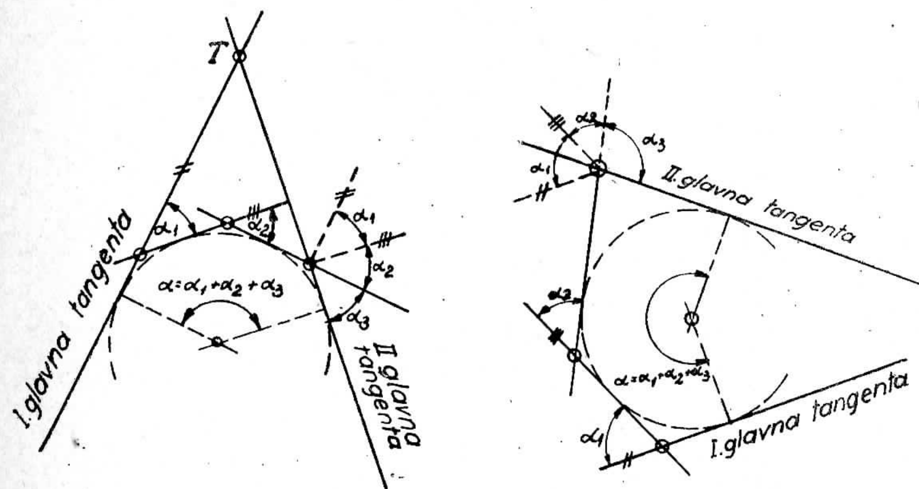
Sl. 176 a, b c i d. Pomicanje pomoćne tangente prema i od središta krivine

Zatim se izmjere dužine D_1 i D_2 između iskolčenih pomoćnih sjecišta T_1' i T_2'. Dužine D_1 i D_2 bit će općenito veće ili manje od izračunatih dužina $T_1'' + T_2$ i $T_2 + T_3''$. Tu mogu nastupiti 4 slučaja, i to:

I. Slučaj:	$D_1 < T_1'' + T_2$	a $D_2 > T_2 + T_3''$	(sl. 176a)
II. „	$D_1 < T_1'' + T_2$	a $D_2 < T_2 + T_3''$	(sl. 176b)
III. „	$D_1 > T_1'' + T_2$	a $D_2 > T_2 + T_3''$	(sl. 176c)
IV. „	$D_1 > T_1'' + T_2$	a $D_2 < T_2 + T_3''$	(sl. 176d)

Pronalaženje ispravnog položaja sjecišta T_1, T_2 i T_3 vrši se u sva ova 4 slučaja na isti način (prouči sl. 176a, 176b, 176c i 176d).

Prema obrascima u (sl. 175.) treba provesti račun i dobiti sve odnosne vrijednosti, osobito za centralne kutove α_1, α_2 i α_3, kao i za dužine tangenata: glavne od *PPK* do T_1 i *KPK* do T_3, koje su jednake, onda za T_1' do $T_2' = D_1$ i T_2' do $T_3 = D_2$, a kad imamo sve te računske vrijednosti, onda ih preciznim letvama i dobrim instrumentom možemo



Sl. 177 a i b. Glavne tangente konvergentne i divergentne

točno prenijeti na teren, i to najprije dio glavne tangente od *PPK* do T_1, zatim iz stajališta u T_1 pod kutom α_1, točno izmjeriti dužinu D_1, pak iz stajališta u T_2 pod kutom α_2 nanijeti dužinu D_2, te iz stajališta u T_3 nanijeti pod kutom α_3 u smjeru druge glavne tangente točku *KPK*. Sve ostale točke krivine mogu se iskolčiti s apscisama i ordinatama ili pomoću instrumenta na uobičajeni način polarnom metodom. Pri točnom radu rezultat mora zadovoljiti.

Ovakav rad, prema našem mišljenju bit će brži i prostiji, nego ako sva sjecišta prenosimo apscisama i ordinatama od operativnog poligona, jer se na taj način ona ne dadu točno prenijeti. Naprotiv precizno mjerenje dužina i dva do tri kuta dadu se sasvim točno provesti, a otpada zanovetno i dugo računanje.

Kod slučaja 3 i 4 postupak je analogan (vidi »Saobraćaj« br. 4. od 1948. g. i »Obilježavanje novih željezničkih pruga« Beograd 1949.), pa ih zato ovdje ne iznosimo.

Svejedno je da li su pravci glavnih tangenta konvergentni ili divergentni. Zbroj kutova otklona tangenata je uvijek jednak središnjem kutu. Kao i kod dvostruke krivine, tako i ovdje, mogu se izabrati tri proizvoljne točke T_1', T_2' i T_3', od kojih T_1' na I. glavnoj, a T_2' na II. glavnoj tangenti, i ovim postupkom odrediti sjecišta T_1, T_2 i T_3 (sl. 177a i b).

c. PROVIZORNO ISKOLČENJE KRIVINA

Jedan praktičan i brz način za p r o v i z o r n o iskolčenje krivinskih točaka u usjecima, nasipima, tunelima i t. d. za vrijeme rada, gdje kolje ne ostaje stalno i gdje nije nužna velika točnost, samo zbog orijentacije do definitivnog iskolčenja instrumentom, jest sa produljenim tetivama, a osniva se na sličnosti trokuta (sl. 178.).

Sl. 178. Provizorno iskolčenje kružne krivine

Duljina (B—2) = ordinata,
Duljina (1—2) = tetiva ≅ duljina luka (d)
∢ α = kut između tangente i tetive.

Ovakvo iskolčenje vrši se bez instrumenta, špagom ili vrpcom za mjerenje, a osniva se na sličnosti trokuta:

$$\Delta\ B - 2 - 1 \cong \Delta\ 2 - 0 - 1$$

Točku 1, dobit ćemo ako na tangenti iz A na dužini d iz PK nanesemo $O = \frac{d^2}{2R}$ i odredimo prijesjek sa dužinom d na tetivi. Na isti način možemo dobiti tangentu na koju god točku luka.

Kad smo našli točku *1*, spojimo je sa PK i produžimo prema B.

Dovoljno je, da spojimo dvije točke luka, na pr. PK i *1* dužine d, i taj smjer produžimo za još jednu dužinu d, koju provizorno označimo jednim klincem u B, onda se iz B nanese 2 O na dužinu d od točke *1* i dobit ćemo točku *2* i t. d.

XI. MJERENJE TANGENATA

MJERENJE TANGENATA

a. LETVAMA

Nakon što smo utvrdili sjecišta glavnih pravaca ili tangenata, valja točno izmjeriti njihove dužine, t. j. horizontalnu udaljenost sjecišta jednog

Sl. 179. Mjerenje dužina letvama u nagnutom terenu

od drugoga. Izmjerimo li još i kutove, koje one zatvaraju, dobit ćemo kostur za mjerenje dužine i za iskolčenje pruge.

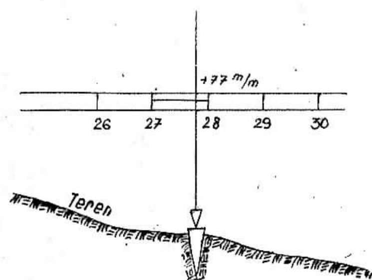
Sl. 180. Mjerenje, prenos kraja jedne letve na početak druge letve

Za mjerenje trebamo:

1. Dvije precizne letve po 5 m dužine od drva upuštenog uljem i koje se ne rasteže pod utjecajem vlage ili temperature. Prijesjek letve je: 4 × 5 cm. Letve moraju biti na krajevima obložene željezom ili žutom mjedi. Prije ili poslije mjerenja moramo ih sravniti sa normalnim metrom,

da možemo izvršiti eventualne korekcije. Letve su razdijeljene na centimetre ili decimetre.

2. Jednu razulju radi horizontiranja letve i jedan visak, jer se uvijek mjeri horizontalna udaljenost, koja se u nagnutom tlu, viskom točno prenosi sa kraja jedne, na početak druge letve (sl. 179. i 180.).



Sl. 181. Točno očitanje daljine međutočaka viskom

3. Nekoliko trasirki za davanje smjera i za držanje letve horizontalno. Na jednom kraju pritisne radnik letvu o čvrsto tlo (sl. 180.) i naravna letvu u smjer, a nešto pred drugim krajem drži je drugi radnik jednom rukom čvrsto uz trasirku, koje je vrh zaboden u zemlju. Ovaj isti radnik može da drugom rukom spušta visak do početka druge letve. Ako se mjeri preko livade ili na rahloj zemlji, jedan kraj letve valja postaviti na pločicu od kamena ili željeza sa šiljcima dobro utisnutu u zemlju, da ne igra.

4. Pet ljudi, i to: po dva čovjeka za svaku letvu, jedan pri početku, koji pritiska letvu o teren, a drugi pri njezinu kraju naravnanu u pravcu mjerenja, koji jednom rukom drži letvu skupa sa trasirkom da ostane u pravcu i horizontalna. Peti ravna letve da ostanu u smjeru, horizontira ih pomoću libele i pazi da se točno prenese kraj prve na početak druge letve. Kod prenošenja kraja prve letve na početak druge, valja uzeti u obzir debljinu špage viska (sl. 180.).

Letve se ne smiju mijenjati, i svaka dva čovjeka broje samo svoje letve, jedni neparne a drugi parne.

Peti čovjek ili inženjer bilježi u bilježnici i kontrolira:

neparne: / / / / / / / / / / / / /

parne : / / / / / / / / / / / / + 2.772 *m* i na koncu zbroji letve + ostatak:

13 × 5 =	65	*m* neparne
12 × 5 =	60	*m parne*
0 =	2.772	*m ostatak*

$TK_8 - TK_9 = 127.772\ m.$

Usput valja izmjeriti na milimetar točno svaki kolac, koji označuje smjer tangente, pomoću jednog metra, mjereći od decimetarske raz-diobe (sl. 181.).

Ovakvo mjerenje vrši se dva puta, t. j. tamo i natrag. Računom se kontrolira i sravni izmjerena međutočka i ustanovi, da li se razmaci kod oba mjerenja slažu. Ukoliko se ne slažu, valja mjerenje ponoviti (sl. 182.).

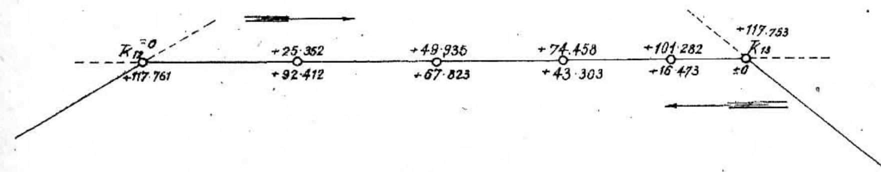
Dozvoljena je razlika kod oba mjerenja od maks. 5—10 mm na 100 m, ali kod savjesnog mjerenja razlika je uvijek manja od 1 cm na 100 m.

Dužine tangenta sa svim međutočkama ili vizurnim unesu se u iskaz tangenata, u kojem su iz bilježnice prenijeta mjerenja u oba smjera i odstojanja među pojedinim međutočkama.

b. MJERENJE TANGENTE OD *TKn* do *TKn+1*

Mjereno u jednom smjeru →	117.753 m
mjereno u drugom smjeru ←	117.761 m
srednja duljina tangente	117.757 m

Nakon što smo izmjerili duljine glavnih tangenata i kutove među njima, možemo nanijeti na papir kostur izmjerene pruge. Umetnemo li između njih i krivine, imamo prugu prenesenu u teren i obilježenu mnogim kolčima. (Sl. 183.).



Sl. 182. Mjerenje dužine tangenata

Ako su prilikom mjerenja glavnih pravaca (tangenata) već izračunate funkcije krivine, mogu se kod mjerenja glavnih tangenata od *TKn* do Tk_{n+1} izmjeriti i dužine tangenata odnosnih krivina i zabiti kolac i klinac kod *PPK (PK) i KPK (KK)*, ali je uvijek bolje, da se *PPK* ili *KPK* posebno mjeri od *TK*, da vizuru dademo instrumentom, i da se mjerenje kontrolira od dvije susjedne točke prema iskazu tangenata, a tako i međupravac od *KPK (KK)* do *PPK (PK)* = *p*. Ta dužina međupravca *p* je jednaka dužini od TK_n do TK_{n+1} — (*DT* krivine *n* + *DT* krivine *n* + *1*) koje imamo iz iskaza tangenata i iz računanja krivinskih funkcija. Dužine krivina od *PPK (PK)* do *KPK (KK)* uzet ćemo uvijek jednake dužini krivine prema računu iz iskaza krivina, a ne prema mjerenju.

c. ŠTACIONIRANJE

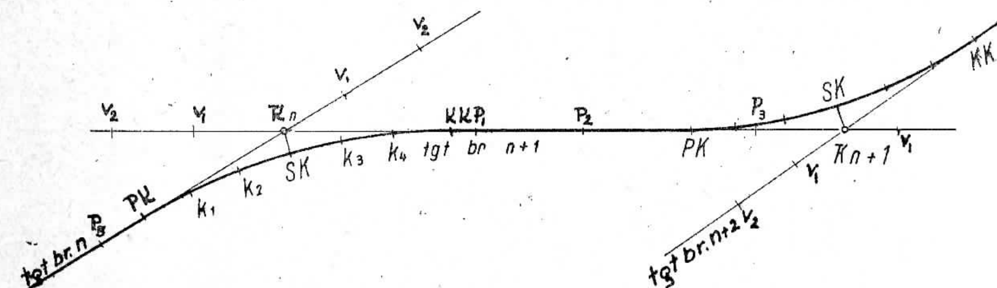
Štacioniranje je vrlo važan rad na polju. Taj posao vrši iskusan inženjer ili tehničar.

Nakon iskolčenja tangenata (pravaca) i krivina među njima pruga je na terenu utvrđena, i to pravci smjernim točkama, a krivine krivinskim

točkama. Prve su udaljene oko 50 m jedna od druge, dok su krivinske na svakih 10—20 m, što zavisi od terena ili od veličine radiusa *R* dotične krivine. (Str. 334.).

Mjerenjem tangenata su utvrđene i dužine čitavih tangenata od TK_n do TK_{n+1} i dužine tangenata *TKn* — *PK (PPK)* za svaku krivinu, a isto tako i dužine krivina *DK,* i to računski i mjerenjem, a tako i razmaci jedne krivinske točke do druge, kojima je obilježena pruga na terenu, ali nije nam poznato, kako se koja točka ili bilo koji objekt na pruzi odnosi prema početku pruge.

Zato moramo prugu štacionirati, t. j. izmjeriti i utvrditi horizontalni daljinski položaj svih tih točaka, kojima je pruga obilježena prema početku pruge, ili kojoj drugoj točki na pruzi, koju poznamo. Taj početak može



Sl. 183. Štacioniranje pruge

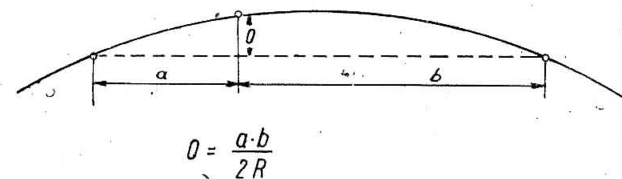
da bude sredina prijamne zgrade odvojne stanice jedne postojeće pruge ili početak pruge, ako se ne odvaja od jedne postojeće, ili koja god točka pruge, kojoj ćemo udaljenost od početka pruge kasnije ustanoviti. Na taj način možemo provesti štacioniranje u odlomcima, neovisno od početka pruge, a ne treba čekati, dok se to provede od početka. Glavne točke kod štacioniranja jesu hektometarske točke, na koje se odnose sve ostale među njima. Prema tome, kod štacioniranja dijelimo prugu na hektometre (po 100 m). Točke među njima označujemo sa Km 2.7 + 53.0 ili samo sa hm 2.⁷/₈, što znači, da se ona nalazi u tih 100 m. (Sl. 183.).

Točke *P, PK, Kn, SK* i hektometarske točke označit ćemo kod mjerenja u centimetrima, a mjerit ćemo ih na milimetar točno, sve ostale točke, kao i točke za poprečne profile, mjerit ćemo i označivati na decimetre.

Mjerenje se vrši u neravnom terenu preciznim letvama od 5 m uz libelu i visak, a u ravnome možemo i ocijelnom vrpcom (ali točno).

Svaki kolac, koji susrećemo u osi pruge, moramo točno izmjeriti i sravniti udaljenosti sa već napravljenim dvostrukim mjerenjem tangenata ili krivina. To prvo mjerenje vrijedi u slučaju razlika, a ne ono pri štacioniranju, koje je netočnije i kome je podloga ono prvo. Mjerenje kod štacioniranja mora da se slaže sa već obavljenim dvostrukim mjerenjem tangenata od TK_n do TK_{n+1} i izračunanim duljinama krivine.

Pri ovom mjerenju zabit ćemo kao glavne točke na svakih 100 m jedan kolac, t. j. hektometre ili profile, a od tih hektometarskih točaka mjerit ćemo svaki kolac pravca ili krivine, koji susrećemo u osi pruge kao i sve karakteristične točke u terenu i na tim mjestima zabit ćemo kolje, ako ga nema, i to kod lomova u terenu, prijesjeka sa putovima, jarcima, zidovima, granicama parcela i t. d. da nakon njihova niveliranja dobijemo točan uzdužni prijesjek vertikalne ravnine u osi pruge sa terenom. Ove umetnute točke označit ćemo manjim kolcima bez klinca, ili ako je kamen, crvenom ili kojom drugom bojom. Crvena i crna boja u prirodi najbolje se opažaju.



Sl. 184. Približno umetanje krivinskih točaka bez instrumenta

Osim toga utvrdit ćemo i označit ćemo jednim posebnim znakom u bilježnici i u protokolu štacioniranja, a kasnije i u pisanom uzdužnom profilu s v e t o č k e, u k o j i m a s e i m a j u s n i m i t i p o p r e č n i p r o f i l i (p r i j e s j e c i) radi izračunavanja kubatura zemljanih radova (s jednom oznakom ●, ○ ili ×). Ne bude li na tako odabranim mjestima kolca, zabit ćemo ga (sl. 184.).

Nove točke ne daju se instrumentom, već na oko trasirkom, i vizira se od viska preko jedne točke. Ako je krivina, onda je ordinata *O* od tetive između dvije točke krivine jednaka:

$$O = \frac{a \cdot b}{2R}$$

Svaki ovako zabijeni kolac je bez čavla. Duljine izmjerimo vrpcom za mjerenje, i to u pravilu na decimetre. Umetanje novih točaka na ovaj način dovoljno je točno.

Glavne točke kod štacioniranja jesu hektometarske (svakih 100 m), između njih se mjere ostale, koje se odnose na prethodni hektometar.

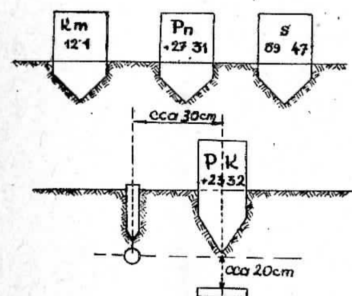
Poprečni prerezi snimaju se gušće u usjeku nego li u nasipu, jer se usjek plaća, a nasip ne. Određivanje točaka, u kojima će se snimati poprečni prerezi, vrlo je važan rad, koji kao i štacioniranje vrši jedan iskusan inženjer ili tehničar.

Nakon što je provedeno štacioniranje, treba odrediti apsolutne visine svih točaka osi pruge, pak ćemo ih zato nivelirati.

d. OBILJEŽAVANJE TOČAKA NA TERENU

Profili ili hektometri označe se sa ⊃ ili ⦶ → smjer pruge —, i napiše se na pr. Km 12,0, 12,1 i t. d.

Sve točke između dva hektometra označuju se sa (+ 26,33) t. j. onoliko metara, koliko su daleko od prethodnog hektometra i sa oznakom *P, V, PPK, SK,* i t. d. + 33,26, a krivinske točke sa + 52·26, ili *Kn* + 85·31 (sl. 185.).



Sl. 185. Označivanje točaka na terenu

Uz svaki kolac treba zabiti daščicu, na kojoj se napiše gornja oznaka, tako da se odmah zna, kod koje smo točke između dva hektometra. Da se dozna pravi njezin položaj, valja poći do bližnjeg hektometra (profila). Daščicu valja zabiti oko 30 cm desno i oko 20 cm pred kolcem, onda ćemo lako naći kolac, iako je obrašten travom, a daščica ne smeta kod mjerenja i ne zastire vizuru.

Ako smo u kamenitom terenu, bit će bolje mjesto kolcem označiti točku na kamenu i jednim kolobarom oko rupice, a također opisati točku na jednom ravnijem mjestu kamena ili na jednoj ploči. Daščice brzo istrunu ili se pokradu, kamen ne.

Vizirne točke *P* ili *V, TK,* te *PK* ili *PPK, SK, KK, KPK* označuju se na terenu j a k i m k o l c i m a i k l i n c e m, hektometarske točke samo jakim kolcem bez čavla sa ravnom crtom, a ostale točke terena, u kojima se snimaju poprečni prijesjeci, malim kolcima bez klinca, jer niti je vizura niti pak udaljenost sasvim točna. Gornju plohu kolca valja obojiti crveno ili crno.

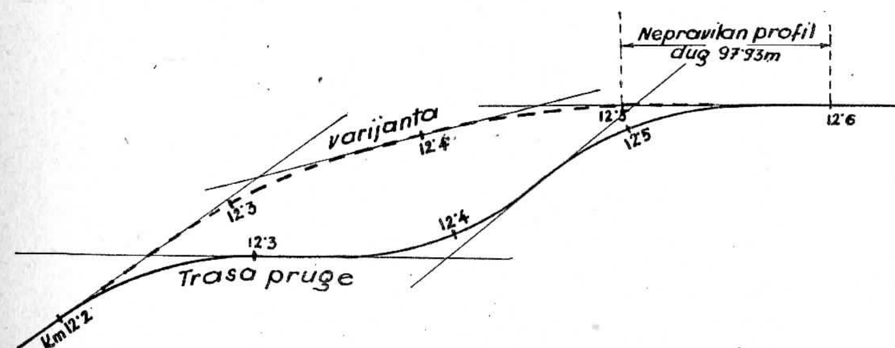
e. NEPRAVILAN PROFIL PRI ŠTACIONIRANJU

Često se dogodi, da se na nekim mjestima pruga kod detaljnog projekta mjestimično preloži. Novi dio pruge ne će biti jednako dug, kao što je bio stari, već će biti nešto duži ili kraći od prvog. Ne ćemo radi toga preloženja preštacionirati čitavu prugu, što ne bi imalo ni smisla, jer može da naknadno dođe i više takvih slučajeva.

Za ovaj novi komad do ulaza u prvotnu os pruge valja provesti novo štacioniranje od hektometra pred odvajanjem do hektometra nakon ulaza u prijašnju os pruge i izmjeriti točnu dužinu. Hektometri nove pruge slijedit će u distancama po 100 m prvobitno štacioniranje sve do posljednjeg hektometra. Odsječak između ovog posljednjeg hektometra na preloženom

dijelu i susjednog hektometra na staroj pruzi, koji zadržava prvotnu štacionažu, bit će veći ili manji od 100 *m* i označiti će se u svim planovima i u pisanim uzdužnim profilima sa svojom pravom duljinom, na pr. *Km* $12^5/_6$ n e p r a v i l a n, d u g 97.93 *m* (i l i a k o j e d u l j i: d u g 117.37 metara (sl. 186.). Od narednog *hm* na nepomaknutoj pruzi slijedi stara štacionaža. Na nepravilne profile valja mnogo paziti kod polaganja nivelete, osobito u maksimalnom usponu. Nepravilne profile valja predati rukovodiocima radova u građevnom dnevniku.

I kod računanja kubatura valja paziti na razliku dužine kod nepravilnog profila, jer razmaci između poprečnih profila mogu da budu veći ili manji od razlike njihove štacionaže.



Sl. 186. Nepravilan profil

Nepravilan profil dobit ćemo i u onom slučaju, ako ne štacioniramo čitavu prugu iz same jedne početne točke, već je razdijelimo u više dionica, pak svaku dionicu štacioniramo za sebe. Na sastavu dviju dionica dobit ćemo uvijek nepravilan profil. Početak druge, treće i t. d. dionice, t. j. njezin *km,* prenijet ćemo na teren iz slojnog plana što moguće točnije, ali nastojat ćemo, da nepravilan profil bude radije nešto veći od 100 *m,* a ne manji od 100 m. Razlog je u tome, da za slučaj, kad bi se na taj nepravilan profil zaboravilo prilikom računanja kota nivelete — ako je on duži, to nam u maksimalnom usponu ne će smetati — dobit ćemo nešto manji uspon, ali kad bi nepravilan profil bio kraći, dobili bismo veći uspon, što kod maksimalnog uspona ne smije da bude.

Za štacioniranje upotrebit ćemo bilježnicu sa kariranim papirom. Nakon što je pruga na terenu obilježena, počet ćemo sa njezinim štacioniranjem, t. j. sa mjerenjem udaljenosti od jedne početne točke svih markantnih točaka u osi pruge, svih rubova, udubina, izbočina i presijecanja. Na svake dvije stranice nanesemo podatke za 1 *hm.* Na lijevoj strani ubilježit ćemo redom točke sa njihovom oznakom i opisom, a na desnoj strani zapisnika štacioniranja ucrtat ćemo od oka situaciju svega onoga, što pruga siječe i unijeti te točke prema njihovoj daljini od početne točke,

odnosno od predidućeg *hm*. Mjerilo bit će nam četvorinice kariranog papira, svaku stranicu kvadrata uzet ćemo, da je jednaka 2—5 m. Mjere se dužine horizontalnom letvom ili čeličnom vrpcom i unose se prema svom položaju, kako ih siječemo: svi putovi, potoci, zidovi, granice posjeda, građevine i t. d., tako da nam desna stranica bilježnice prikazuje skicu situacije, koju trasa siječe i koju ćemo kasnije ucrtati na osnovu

Zapisnik štacioniranja i

Opis točke t/a	Stacija točke km	Stacija točke m	Poprečni prerez	Kota terena	Kota nivelete	Nagibi
		99.6		39.09	36.585	Uspon 26.7‰ dug 189.30 m
	7.2			39.18	36.596	
		0.6	x	39.16	36.612	
P_3		4.6		38.60	36.719	
Sredina puta		20.6	x	38.51	37.146	
P_4		29.88		37.65	37.394	
PK		31.37		37.62	37.434	37.436
		35.60	x	37.59	37.541	7.2 + 31.5
K_1		41.38		38.47	37.690	
		45.60	x	38.49	37.798	
K_2		51.38		38.59	37.947	Uspon 25.7‰ dug 61.50 m
		62.18	x	38.86	38.224	
K_3		72.10	x	38.79	38.479	
K_3		72.92		38.73	38.500	
K_4		82.97		38.46	38.758	
		85.25		37.30	38.809	
		88.60	x	38.55	38.903	
KK		92.97		38.87	39.016	39.016
P_2		97.03		39.11	39.124	7.2 + 93.00
	7.3				39.203	Uspon 26.7‰ dug 96.00 m
Granica parcele		0.60	x	38.76	39.219	
		10.60	x	39.09	39.486	
Sredina puta		22.60	x	39.41	40.806	
Širina 5.60 m		32.60	x	39.57	40.073	
Iz zapisnika stacioniranja				Iz nivelmana		

Sl. 187. Zapisnik štacioniranja

odnosnih profila i ove skice. Svi prijesjeci sa raznim putovima, jarcima, zidovima, parcelama i t. d. u osi pruge, najtočniji su u protokolu štacioniranja, jer su direktno mjereni, pak ćemo ih prema njemu nanositi u situaciju detaljnog projekta.

Visinu svake pojedine točke dobit ćemo nakon provedenog nivelmana.

f. SNIMANJE POPREČNIH PREREZA

Nakon što su kod štacioniranja bile određene točke, u kojima će se snimati poprečni prerezi, i označene posebnim znakom: ●, ○, ×, +, ili kojim drugim, valja iz tih točaka dati okomice na os pruge sa kutnim

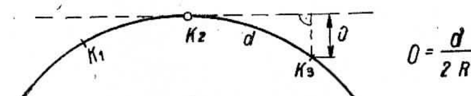
zrcalom, uglovnikom (kutnim dobošem) i sl. Ako je pruga u pravcu, postavi se vizirni štap na jednu koju god točku u smjeru osi pruge, pak se iz točke, u kojoj hoćemo da snimamo poprečni prerez dade okomica i trasirkama označi s obje strane pruge. Ako je pruga u krivini, najprije

Pisani uzdužni profil

Visina nasipa	Visina usjeka	Vis jarka lijevo	Vis jarka desno	Smjerovi pruge	Opaska
	2.50			Pravac dug 189.39 m	Km 11.2/3 nepravilan,
	2.58				dug 128.52 m.
	2.55				(Nepravilan profil može
	1.98				da bude kraći ili duži od
	1.36				100 m. Njegovu dužinu
	0.26				valja izmjeriti i izraču-
	0.19			7.2 + 31.37	natimosnovu kutova koje
	0.05			6) Krivina lijevo R = 350 m tg ∡ 169° 55' duž. kriv. = 61.60 m duž. tgte = 30.88 m Udaljenost K do SK = 1.36 m	zotvaraju glavne tangente
	0.78				pruge sa tangentama
	0.69				varijante.
	0.64				
	0.64				
	0.31				
	0.23				
0.30					
1.51					
0.35					Početak II. dionice
0.15				7.2 + 92.97	u Km 5.790 m
0.01					
				Pravac dug 96.17 m	Konac II. dionice
0.46					u Km 11.500 m
0.40					
0.40					
0.50					
Računom					

Sl. 188. Pisani uzdužni profil

ćemo odrediti tangentu na krivinu u toj točki, iz koje snimamo poprečni prerez, i smjer tangente utvrdit ćemo vizirnim štapovima, pak ćemo iz točke dati okomicu na dobivenu tangentu. Tangentu, u kojoj god točki



Sl. 189. Tangenta na kružnu krivinu

kružne krivine, dobit ćemo, ako prema sl. 189. za stanovitu dužinu krivine d do susjedne točke izračunamo ordinatu i tu ordinatu, $0 = \frac{d^2}{2R}$ nanesemo od tangente na nju okomito iz točke x (sl. 189.).

Točku x na tangenti, t. j. drugu točku tangente i njezin smjer, dobit ćemo, ako otprilike na dužini d iz toč. K_2 namjestimo doboš ili kutno zrcalo i pomičemo ga, dok se u njemu pod 90^0 ne poklope obje točke, t. j. toč. K_2 i toč. K_3. Tu namjestimo trasirku, a produžena spojnica ove toč. x i toč. K_2 daje nam tangentu u toč. K_2. U točki K_3, K_4 dat ćemo okomicu na isti način, ako točku x odredimo prema toč. K_2 ili K_3 i t. d. da dobijemo tangentu, a na tangentu ćemo u K_3, K_4 dati okomicu za poprečni prerez i označiti je trasirkama lijevo i desno od pruge. U ravnom terenu, ako inženjer ili tehničar ima dovoljno prakse, mogu se naravnati ruke u smjeru pruge ili tangente i okomito na taj smjer naravniti vizirni štap lijevo i desno od pruge. U takvom ravnom terenu razlika je minimalna i ako okomica nije sasvim točno dana, a uštedujemo na vremenu.

Kad su okomice na terenu označene, snimaju se poprečni prerezi. Za svaku snimanu točku terena moramo ustanoviti njezinu horizontalnu udaljenost lijevo ili desno od točke u osi, u kojoj se snima poprečni prerez i razliku visine novo snimane točke od točke u osi pruge, koje nam je visina poznata. Visine se očitavaju od utvrdenog horizonta.

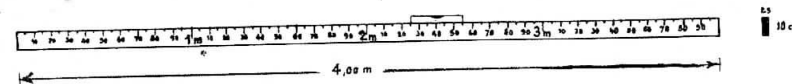
Radimo li u ravnom terenu, snimat ćemo poprečne prereze instrumentom, kojim očitavamo razlike visina točaka terena od horizonta, a daljine mjerimo lanenom vrpcom. U nagnutom terenu snimat ćemo poprečne prereze letvama, ravnjačom (sl. 190.) i podravnjačom (sl. 191.). Polazna točka bit će nam uvijek točka u osi pruge, koje nam je štacionaža i visina poznata. U odabranoj udaljenosti snimane točke od osi pruge očitat ćemo na podravnjači razliku visine od ravnjače do snimane točke. Jednu i drugu očitanu vrijednost valja zapisati u bilježnici. Poprečni prerez sa terenom dobit ćemo snimanjem nekoliko karakterističnih točaka. Broj točaka, koje će se snimiti zavisan je od neravnosti u terenu. U neravnom terenu snimat ćemo više točaka, dok ćemo u ravnom terenu snimiti manje.

Za svaku snimanu točku terena moramo ustanoviti njezinu horizontalnu udaljenost od osi pruge, očitat ćemo je na ravnjači i zabilježiti u bilježnici, i to za svaku ravnjaču, prvu, drugu, treću i t. d. zasebno. Osim udaljenosti moramo na podravnjači očitati i zabilježiti u bilježnici razliku visine između ravnjače i odnosne točke, a na osnovu tih očitanja izračunati njezinu udaljenost od osi i apsolutnu visinu. Sve točke u poprečnom profilu, koje snimamo, ako su lijevo, moramo ih nanijeti lijevo, prema štacionaži pruge, a ako su desno, nanijet ćemo ih desno. U bilježnici mora biti označeno, koja je strana poprečnog profila lijeva, a koja desna, da ne dođe do zabune. Za svaki kolac u osi pruge, iz kojega snimamo poprečne prereze, moramo poznavati njegovu apsolutnu visinu, dok nam je njegova horizontalna udaljenost od početka pruge poznata po štacionaži.

Za snimanje poprečnih prereza za obične slučajeve primijenjuju se dva načina:

1. ravnjačom uz razulju i podravnjačom u nagnutom terenu i
2. instrumentom za niveliranje u ravnom terenu.
3. Kod specijalnih slučajeva primijenit ćemo razne druge načine, kako bude bolje odgovaralo prilikama na terenu.

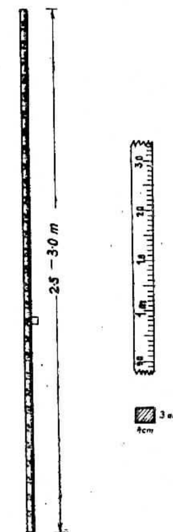
Ad 1. Stepenasta metoda ravnjačom i podravnjačom.



Sl. 190. Ravnjača

Ravnjača, t. j. vodoravna letva (sl. 190.) je duga 4.0 *m*, prijesjeka 10/2.5 *cm*, ima razdiobu na *dm*, služi za ustanovljenje dužina, dok podravnjača (sl. 191.) je duga 2.5—3.0 *m*, ima razdiobu na *cm*, a služi za mjerenje visina od točke terena do donjeg ruba ravnjače, koji mora biti horizontalan. Podravnjača mora biti vertikalna.

Snimke poprečnih prereza unose se u posebne bilježnice sa kariranim papirom. Stranice su cca 15/10 cm, a kad otvorimo bilježnicu, prikazuju nam se dvije takve stranice. Na svakoj strani nanijet ćemo samo po jedan poprečni prerez, ako su oni jednostavni, ako li su pak teži, sa mnogo točaka, onda se na svakoj strani nanese samo lijeva ili desna polovica. Svaka strana četvorinice računa se za polovicu ili za jedan cijeli metar. Kod svakog poprečnog prereza valja najprije zabilježiti njegovu štacionažu (dati mu ime) na pr.: 12.3+25, 12.3+65, 12.4+00, 12.4+25, 12,4+70, 12.5+00 i t. d. i označiti, koja je strana l i j e v a, a koja je d e s n a.

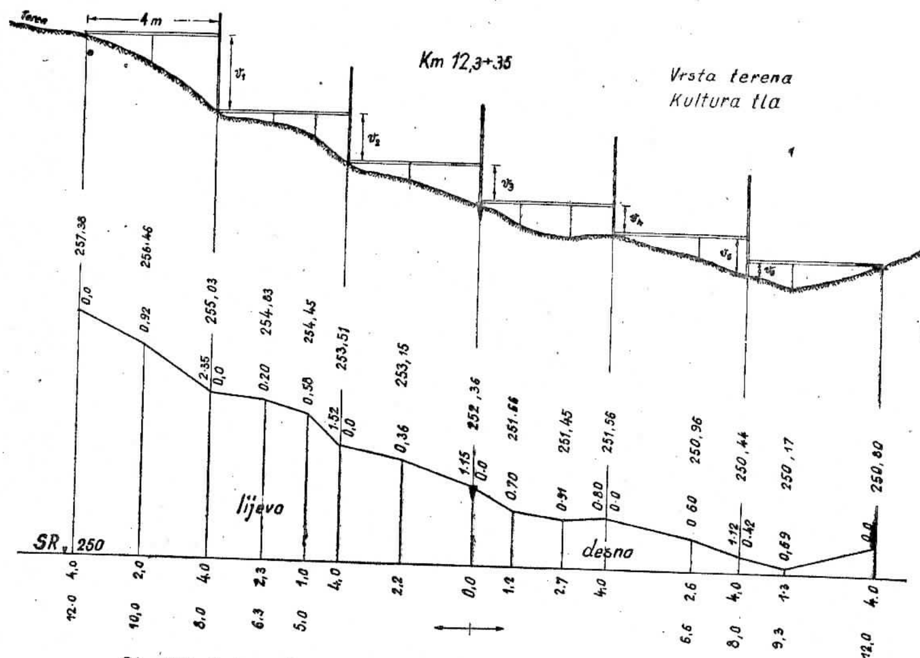


Sl. 191. Podravnjača

Kod svakog popr. profila valja opisati vrstu kulture i tla na tome mjestu, na pr. oranica, vinograd, čvrsti vapnenac, laporac, serpentin i sl. Kod kamena moramo zabilježiti, da li je upotrebiv kao građevni kamen, za pijesak, tučenac i sl. Ako ima u blizini koje vrelo, ili na livadi izviru vrelca, i to treba zabilježiti, kao i da li je tlo zdravo ili naginje klizanju, da li je stijena u slojevima, kako su nagnuti i sve drugo od važnosti.

Poprečni profil se snima uvijek iz sredine, t. j. od kolca u osi pruge, na lijevo i na desno, a označuje se prema njegovoj točnoj kilometraži u pravcu štacioniranja. Valja napraviti i skicu prijesjeka tla, da se vide sve uzvisine ili ulegnuća u terenu. Ispod ili iznad skice terena unijet ćemo očitane visine na podravnjači do donjeg ruba ravnjače, a nešto niže uz jednu ravnu crtu zabilježe se horizontalne udaljenosti svake pojedine

točke za svaku letvu napose. Kasnije se pribrajanjem računaju udaljenosti svake točke iz sredine kao i apsolutne kote za svaku pojedinu točku. (Sl. 192. i 193.).



Sl. 192. Snimanje poprečnih prereza stepenastom metodom
Sl. 193. Računanje i nanašanje poprečnih prereza

g. RAČUNANJE POPREČNIH PREREZA

Horizontalne udaljenosti pribrajaju se jedna drugoj i tako dobivamo udaljenost svake snimljene točke od kolca u osi pruge, kojim je ta točka označena. Visinu svake pojedine točke dobit ćemo, ako ordinatu od kolca do donjeg raza letve pribrojimo koti kolca, i od tako dobivenog horizonta odbijemo očitane ordinate za ostale točke, koje su snimljene sa te letve. Tako dobivenu kotu upišemo ispod točke. Kod druge letve pribrojit ćemo novu ordinatu na kraju letve prije dobivenom horizontu, tako dobijemo novi horizont za drugu letvu (njezinu visinu) i od toga odbijemo ordinatu svake pojedine točke i t. d.

Za slučaj, da nije proveden nivelman točaka u osi pruge, i nisu nam poznate kote svakog pojedinog kolca, a hoćemo da izračunamo poprečne prereze, uzet ćemo za kolac bilo koju kotu, i za nju ćemo ustanoviti relativne razlike visina svake snimljene točke. Nakon provedenog nivelmana izračunat ćemo razliku između kote, koja je njime dobivena i kote, koju smo mi za taj kolac uzeli prilikom računanja, i tu razliku moramo pridodati ili odbiti od svake snimljene točke, pak ćemo dobiti njihove

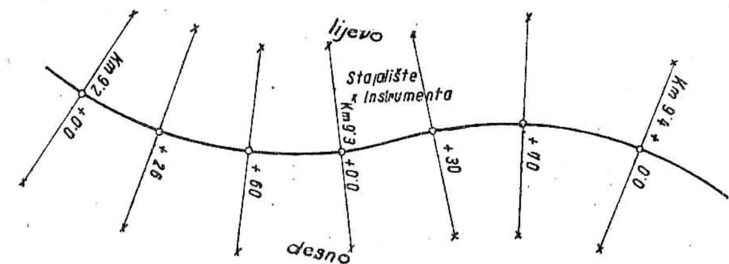
apsolutne visine. Ako smo tako izračunane poprečne prereze već nanijeli na papir, dovoljno je, da izračunamo odnos prema ravnini sravnjenja *RS* i ovu izvučemo u odnosnoj visini. (Sl. 193.).

h. NANAŠANJE POPREČNIH PREREZA

Poprečni se prerezi nanose na posebnim arcima risaćeg papira veličine 42 x 68 cm, redovito u mjerilu 1 : 100. (Sl. 132.).

Prema tome, da li je poprečni prerez kompliciraniji ili jednostavniji, da li su radovi, koji će se na tom mjestu izvesti veći ili manji, da li je razlika visine nivelete od visine terena u toj točki veća ili manja, o tome svemu zavisi, koliko ćemo poprečnih prereza nacrtati na jednom arku. Arci poprečnih prereza moraju biti numerirani, oni su isprave koje se moraju priznati i potpisati.

Kad smo utvrdili, koliko ćemo poprečnih prereza nanijeti na jedan arak i da li ćemo ih nanositi u dva reda, jedne s lijeve, a druge s desne strane, najprije ćemo izvući nekoliko horizontalnih crta kao ravnine sravnjenja *RS* i jednu ili više vertikalnih, koje ih sijeku. Sjecišta su točke u osi pruge iz kojih smo snimili poprečne prereze. Nešto više od horizontalne crte, a svakako iznad visine nivelete ispisat ćemo štacionažu dotičnog poprečnog prereza, to je njegova oznaka, njegovo ime. Onda ćemo iz bilježnice početi nanositi razne snimljene točke, i to za svaku: njezinu udaljenost od osi pruge i njezinu visinu, t. j. ordinatu od ravnine sravnjenja. Za horizontalne daljine upotrebit ćemo ravnala razdijeljena na cm i mm, a za nanošenje visina upotrebit ćemo trokute sa razdiobom, kao na sl. 195. a i b.



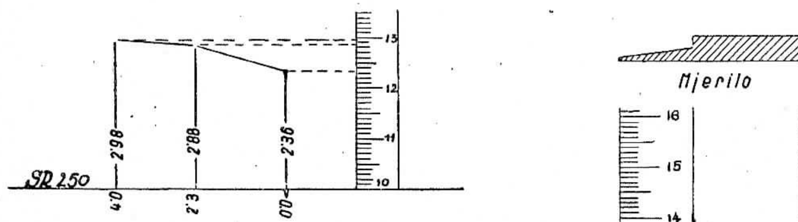
Sl. 194. Snimanje poprečnih prereza instrumentom

Broj cm na razdiobi trokuta mora da odgovara ravnini sravnjenja, pak se po horizontalnom ravnalu pomiče usporedo sa ravninom sravnjenja, a daljine očitavamo na horizontalnom ravnalu lijevo i desno od sjecišta horizontalne sa vertikalnom crtom.

Temeljna točka, od koje se računaju i nanose daljine i visine, uvijek je kolac u osi pruge, a na crtežu sjecište između vertikalne crte i

terena. Za točku terena u osi pruge upisat ćemo njezinu kotu. Horizontala ispod kolca je ravnina sravnjenja *RS*, na koju se odnose sve točke koje nanašamo.

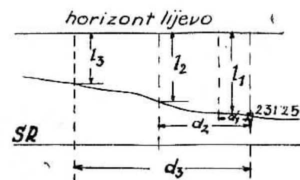
Ad 2. U ravnom terenu snimat ćemo poprečne prereze instrumentom za niveliranje (sl. 194.).



Sl. 195 a i b. Nanašanje poprečnih prereza snimljenih nivelirom

Instrumenat se postavi u kojoj god točki terena, ali tako da sa tog stajališta možemo snimiti lijevu i desnu stranu od osi pruge za nekoliko poprečnih prereza, redovito za jednu dužinu od 100—150 m, što će opet zavisiti od toga, da li je instrumenat bolji ili nešto slabiji, kao i o nagibu terena.

Unošenje snimljenih točaka u bilježnicu vrši se na analogan način, kao ad 1., samo što je u ravnom terenu ovaj rad mnogo jednostavniji. Za svaku točku valja zabilježiti njezinu udaljenost od kolca i očitanje na letvi od terena do horizonta instrumenta (sl. 196.).



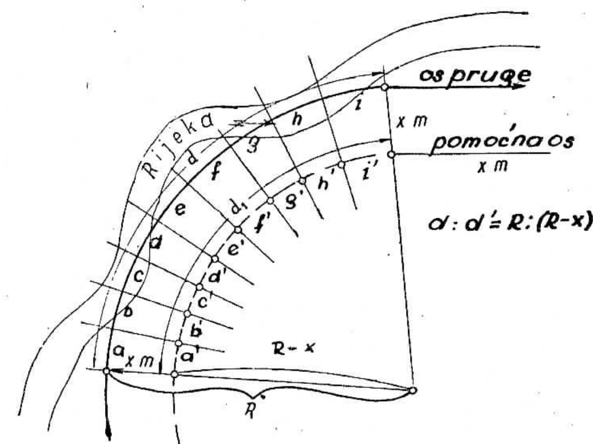
Sl. 196. Nanašanje terenskih točaka od horizonta

Kad je instrument postavljen — uz predpostavku, da je rektificiran — najprije ćemo očitati odrezak na letvi sa prvog kolca, u kome ćemo snimiti poprečni prerez. A k o n a m j e v i s i n a k o l c a p o z n a t a, i ako njoj pridodamo očitani odrezak na letvi, dobit ćemo apsolutnu visinu horizonta. Kod svake očitane točke poprečnog prereza upisat ćemo u bilježnicu njezinu udaljenost od kolca u osi pruge i očitani odrezak na letvi sa horizontiranim instrumentom. Ako od poznate visine horizonta odbijemo očitane odreske, time dobivamo apsolutnu kotu svake snimljene točke. (Sl. 196.).

Rad na terenu vršimo na taj način, da najprije odredimo okomice u svakoj točki, u kojoj ćemo snimiti poprečni prerez i označimo ih trasir-

kama (str. 354. i dalje.). Onda 2 figuranta razapnu od kolca prema trasirki na lijevo pak na desno lanenu vrpcu dugu 20—25 m, a treći ide sa letvom za niveliranje po točkama, koje se snimaju, uporedo sa vrpcom i dojavljuje udaljenosti za svaku točku. Inženjer zapiše u bilježnicu tu udaljenost i očitanje na letvi sa horizontiranim durbinom, i to za svaku točku lijevo i za svaku desno pruge, pak ta očitanja također zabilježi u bilježnicu. Ne smije se zaboraviti u bilježnici označiti, koja su očitanja vršena lijevo, a koja desno od osi pruge u pravcu štacionaže, na što valja osobito paziti, budući se sa istog stajališta očitavaju obje strane za nekolike poprečne prereze.

Kod poprečnih prereza snimljenih nivelmanom, ne će biti potrebno računati kotu pojedinih terenskih točaka. Njihovu udaljenost od kolca u osi pruge nanosimo prema očitanjima na vrpci, a visine točaka nanosimo od visine horizonta odbivši od nje odreske l_1, l_2, l_3 .... očitane na letvi. U



Sl. 197. Iskolčenje pomoćne osi

visini horizonta povučemo horizontalnu crtu, pak u pripadnim daljinama nanesemo očitane odreske na letvi. Ako te dobivene točke spojimo, one nam daju teren poprečnog prereza. I kod ovih poprečnih prereza označit ćemo ravninu sravnjenja *RS*, i to redovito u cijelim metrima, tako da možemo na svakom mjestu očitati odnosnu kotu, ako visini *RS* pribrojimo ordinatu točke. (Sl. 195. a).

Ad 3. Snimanje poprečnih prereza u teškom ili nepristupačnom terenu.

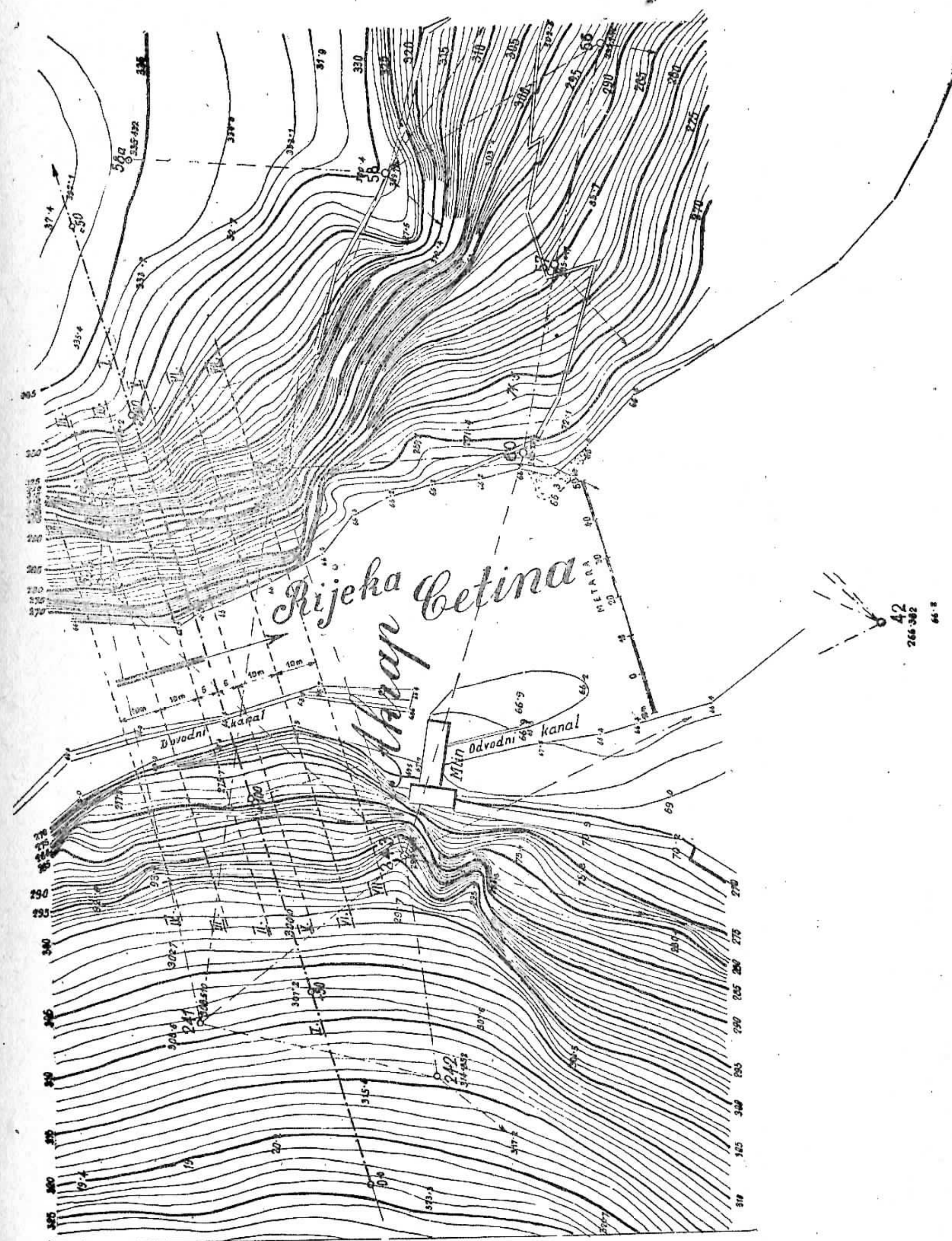
a) Kada pojedine točke osi pruge padaju u jednu rijeku ili u klisuru, pa bi bilo teško iskolčiti os pruge na tome mjestu, u takvu slučaju možemo os pruge za udaljenost *x* pomaknuti paralelno u povoljniji teren. (Sl. 197.).

U slučaju prikazanom na slici 197. mnoge bi točke osi pruge padale u rijeku i ne bi se mogle označiti na terenu, niti bi se u njima mogao postaviti instrumenat. U tom slučaju os pruge možemo pomaknuti paralelno za udaljenost x metara prema njezinu središtu ili od njega. Radius pomaknute krivne bit će $(R \mp X)$ i za taj radius izračunat ćemo odnosne odreske koji odgovaraju odrescima krivine radiusa *R*, koji će biti nešto manji ili veći, a odnose se kao $R:(R \mp X)$. Kod snimanja poprečnih prereza, dat ćemo okomice na točke u pomaknutoj osi i snimat ćemo lijevo i desno od te nove osi do preko prvotne osi i za koliko budemo mogli i u rijeci. Glavno je, da se točno utvrdi razlika između radiusa pruge i novog radiusa, da se prema tome izračunaju odgovarajuće točke pomaknute nove krivine, da se početna i krajnja točka točno iskolči i opet uđe u glavnu os pruge. Kod pomnog rada rezultat će biti dobar. Kod crtanja poprečnih prereza unijet ćemo uz pomaknutu os i pravu os pruge u njezinom pravom položaju. (Sl. 197.).

b) Snimanje poprečnih ili uzdužnih prereza u strmim liticama, koje su nepristupačne i pogibeljne, vrši se na ovaj način (sl. 198.).

Kad se strme stijene protežu okomito na smjer pruge, nećemo snimati poprečne već uzdužne prereze. Jedan takav prerez, t. j. onaj u osi pruge dobit ćemo prilikom štacioniranja. Ostale, potrebite da dobijemo snimku terena, snimit ćemo lijevo i desno u stanovitim razmacima, a čije su ravnine paralelne sa vertikalnom ravninom kroz os pruge, kako je prikazano na sl. 198. Pošto je direktno mjerenje preko rijeke teško, provest ćemo malu triangulaciju. Svaki uzdužni prerez I, II, III, IV, V, VI i VII snimit ćemo u vezi s triangulacijom stepenastom metodom do ruba strme stijene i tu točku do ruba, t. j. njezinu udaljenost i visinu točno ustanoviti (ili blizu ruba) (sl. 199.). Od te posljednje točke izvući ćemo letvu za stanovitu utvrđenu mjeru u prazno i poduprijeti je, da bude horizontalna, pak ćemo na vrhu letve objesiti lanenu vrpcu sa nešto težim utegom. Uz samo mjerenje spustit ćemo niz liticu čvrsto privezane ljestve od konopa prema dolje. Mjerenje se vrši tako, da se točno utvrdi početna točka, t. j. njezina udaljenost od osi, i njezina visina. Ostala mjerenja odnose se na tu točku. Za svaku točku, koju hoćemo da snimimo, moramo očitati visinu na vrpci koja je vertikalna i odmjeriti horizontalnu udaljenost od vrpce do litice. Ako to utvrdimo za više točaka i nanesemo na papir, imat ćemo uzdužni prerez na tome mjestu. Svi ljudi, koji rade na takvom poslu, moraju biti čvrsto privezani da se ne dogodi nesreća, a prvi, koji se dolje spuštaju, moraju pomno da očiste liticu od labavog kamenja, koje bi se lako srušilo, da se koji kamen ne otkotrlja na ljude. (Sl. 199.).

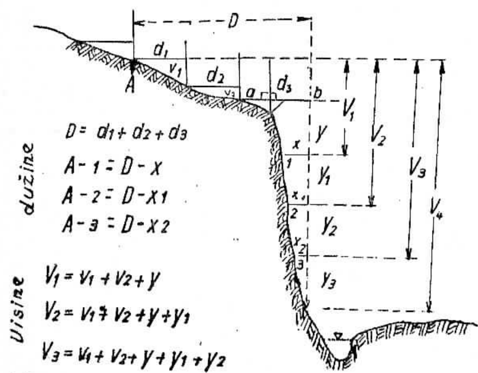
c) Ovakvi se uzdužni prerezi mogu snimiti i indirektno sa dva instrumenta. (Vidi sl. 200.). Na ovaj način su snimani uzdužni prerezi u strmim brinama rijeke Cetine kod Biskoga u Dalmaciji.



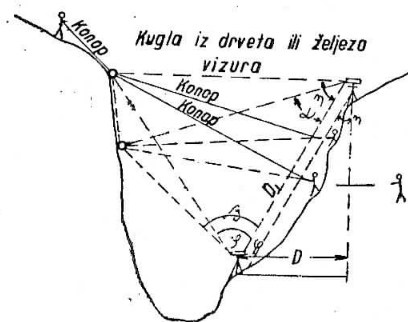
Sl. 198. Snimanje strmih litica pomoću uzdužnih profila lijevo i desno pruzi. — Situacija

Postupak je bio ovaj:

Paralelno sa osi pruge lijevo i desno iskolčili smo nekoliko usporednih pravaca i radili smo na ovaj način: Snimani su u tim označenim pravcima uzdužni prerezi sa terenom, u koliko je bilo moguće direktno stepenastom metodom. Gdje to nije bilo više moguće, radili smo sa dva instrumenta postavljena točno u vertikalnoj ravnini kroz utvrđeni pravac snimanja. Stajališta instrumenta moraju biti točno određena po njihovoj visini i udaljenosti. Ova obala je bila blaže nagnuta i izmjerena je direktno horizontalna udaljenost D između stajališta. Pomoću te udaljenosti i vertikalnih kutova φ i η, koje dva instrumenta zatvaraju sa horizontalom i vertikalom izračunana je kosa udaljenost D_1, a očitani su i kutovi α i β za svaki položaj kugle na suprotnoj obali. Na suprotnoj strani, u točno određenoj vertikalnoj ravnini, spuštana je kugla do stanovite karakteristične točke, koja se željela snimiti. Kugla je visila o jednom konopu, a bila je još privezana sa dva tanka konopa sa protivne strane rijeke, pomoću kojih i instrumenta točno se je naravnavala u vertikalu snimanog profila. Tada bi se očitali kutovi α i β, koje zatvara smjer od jednog instrumenta prema drugom i prema kugli, i izračunao točan položaj kugle. To se opetovalo za svaku točku, koja je snimana, i tako je dobiven uzdužni prerez vertikalne ravnine u smjeru snimanja sa terenom na toj strani litice. Ovaj postupak je opetovan za svaki uzdužni smjer, gdje je litica bila nepristupačna.



Sl. 199. Snimanje uzdužnih profila stepenasto i spuštenom vrpcom za mjerenje

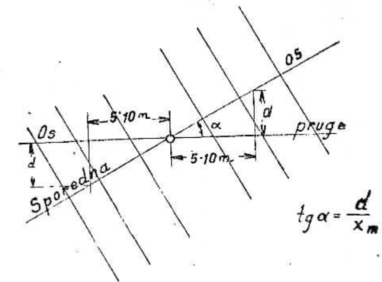


Sl. 200. Snimanje uzdužnih profila pomoću dva instrumenta

Na osnovu ovih uzdužnih prereza napravljen je točan slojni plan, (sl. 198.) prema njemu utvrđeno najzgodnije mjesto prijelaza preko rijeke, i izrađen je detaljni projekat.

i. SPOREDNI PREREZI

Ako razni vodotoci, vododerine, putovi i sl. sijeku prugu okomito ili koso pod stanovitim kutom, a trebaju ispravku toka ili preloženje, moraju se snimiti poprečni prerezi okomito na njihov tok, jer oni ne bi bili dovoljno izraženi normalnim poprečnim prerezima okomito na prugu. Os, sa koje ćemo snimati te sporedne poprečne prereze mora biti položena u pravcu vodotoka i nagnuta je pod stanovitim kutom prema osi pruge. Utvrdimo li točku u osi pruge, u kojoj će je sjeći ova sporedna os, možemo lako ustanoviti i kut priklona između osi pruge i sporedne osi (sl. 201.), ako u osi pruge uzmemo stanovitu dužinu kao apscisu i od nje u okomici izmjerimo kao ordinatu sjecište sa sporednom osi.



Sl. 201. Kut priklona sporedne osi

Pomoću tako izmjerene apscise i ordinate odredit ćemo kut priklona α. U kosoj osi označimo i izmjerimo od sjecišta sa prugom lijevo i desno točke za snimanje sporednih prereza i radimo dalje kako je prije opisano.

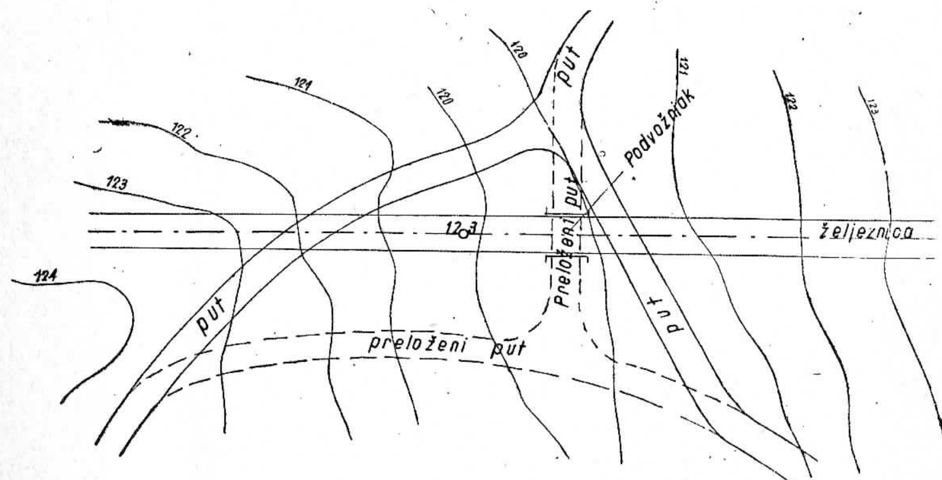
j. DETALJNA SITUACIJA

Na osnovu snimljenih poprečnih prereza pravi se definitivna detaljna situacija pruge u mjerilu 1 : 1000 ili 1 : 2000 i detaljne situacije za objekte ili preloženja u mjerilu 1 : 500 ili 1 : 200, za smještenje i izradbu detaljnih planova svih vještačkih radova: zidova, propusta, mostova, prijelaza u razini, ispod ili iznad pruge i t. d., pak se iz ovih prenose u situaciju u mjerilu 1 : 1000.

Sporedni se prerezi snimaju kao udopunjenje situacije za izradbu detalja kod svih studija gore spomenutih objekata i svugdje ondje, gdje je takvo rješenje zamršenije. (Sl. 202.).

Predstojeća slika 202. prikazuje nam križanje pruge sa dva puta, koji se sastaju nedaleko tog križanja. Prema situaciji u detalju izradit ćemo projekat za to križanje, prema tome, da li je pruga u nasipu ili u usjeku. Prolaz toga puta ispod ili iznad pruge izvršit ćemo jednim objektom, podvožnjakom ili nadvožnjakom. Putove ćemo spojiti sa one strane pruge kako je zgodnije, gdje je taj razmak veći i provest ćemo ga jednim objektom ispod ili iznad pruge. Objekti su skupe građevine, a ujedno su

i ranjava mjesta pruge, pak valja nastojati, da ih bude što manje. Prijelaze u razini treba također izbjegavati. Ukoliko nam poprečni prerezi ne dadu potpunu situaciju za izradbu ovoga projekta, a to će u ovom slučaju (sl. 202.) biti sa lijeve strane pruge, gdje se te dvije ceste sastaju



Sl. 202. Preloženje križanja putova sa prugom

i slijede skoro okomito na prugu, snimit ćemo sporedne prereze i njima udopuniti situaciju. Nanošenjem poprečnih prereza i sporednih, paralelnih ili nešto nagnutih prema pruzi dobit ćemo točnu situaciju za projekat.

k. VISINSKE TOČKE I NIVELMAN OSI PRUGE

U blizini svake pruge, koja se ima graditi, mora se provesti precizni nivelman i valja u stanovitim razmacima utvrditi stalne visinske točke *V. T.*

Glavni nivelman, t. j. utvrđenje glavnih visinskih točaka, provest će se redovno skupa sa polaganjem poligona za terenske snimke za izradbu slojnih planova, iako to nije neophodno potrebno. Za snimanje slojnih planova i ako se točno radi, bit će nam dovoljan i tahimetarski nivelman, osobito ako ga na početku i na kraju, a po mogućnosti i usputno, povežemo na nekoliko mjesta na repere vojno-geografskog instituta i po njima izravnamo eventualne razlike.

Ove glavne visinske točke *V. T.* snimit ćemo tako, da ćemo prilikom tahimetriranja utvrditi njihov položaj u slojnom planu, a između njih ćemo izjednačiti visine, dobivene tahimetarskim putem prilikom polaganja poligona. U tom slučaju može da izostane nivelman poligonskih točaka, jer se za tahimetarske snimke ne traži potpuna točnost.

Ove glavne visinske točke davat ćemo u udaljenostima od 500 m do 1000 m jednu od druge. Po mogućnosti u blizini pruge, kod križanja putova, sastavka jaraka, na mostovima, na zidovima ili na sraslom kamenu, na mjestima, gdje se mogu lako naći i gdje ne će nestati (biti uništene). Ako u blizini pruge nema čvrstih i zgodnih točaka, a teren uz prugu je nezgodan za provedenje nivelmana, onda ćemo glavni nivelman provesti po bližoj cesti ili putu, a na najbližim mjestima povezati taj nivelman sa poligonom zbog izjednačenja.

U slučaju, da nivelman glavnih visinskih točaka nije bio proveden prilikom polaganja poligona, što može da bude, kad u blizini poligona postoji više repernih točaka, onda ćemo taj glavni nivelman svakako provesti nakon iskolčenja pruge. U taj nivelman ćemo uvrstiti sve točke, kojima je označena pruga, jer nam je potrebna kota svake pojedine točke. I reperne točke moramo nivelirati i kontrolirati, jer i one mogu da budu pomaknute.

Osim glavnog nivelmana sprovest ćemo i sporedni nivelman, t. j. utvrdit ćemo sporedne visinske točke 250—300 m jednu od druge u blizini pruge, osobito u blizini svih većih vještačkih radova. Nastojat ćemo, da te visinske točke odaberemo tako, da kod prenošenja visina na prugu ili za vještačke radove ne bude trebalo prenositi instrumenat mnogo puta, jer bi se moglo lakše pogriješiti, a i gubitak vremena bio bi u tom slučaju veći.

Kod važnijih vještačkih radova, vijadukata, velikih zidova, mostova, većih propusta, stanica i t. d. utvrdit ćemo u blizini i po nekoliko visinskih točaka, a najmanje dvije, i oduzimat ćemo visinu sa obadvije zbog veće sigurnosti i kontrole. Može se lako dogoditi, da je visinska točka utvrđena na nekom velikom samcu kamenu, za koji se je smatralo, da je srasao kamen, i da taj kamen zbog jakih kiša, potresa, lagumanja ili sl. neopazice promijeni položaj i da se spusti za nekoliko cm.. Ako provedemo kontrolu i sravnimo visine sa dvije visinske točke, otkrit ćemo pogrešku, ako li visinu oduzmemo samo sa jedne točke, to spuštanje ne ćemo opaziti. U tom slučaju prenosili bismo krive visine, a griješku bismo opazili tek nakon dovršenja gradnje. Ovakav slučaj se dogodio kod vijadukta u Grlu kod Klisa, ali se oduzimanjem visine sa dvije točke odmah ustanovila razlika i pogrešna visinska točka uništena je malim lagumom.

Ove sporedne visinske točke uvijek su barem toliko udaljene od osi pruge, da se lagumanjem, kopanjem usjeka, ili nasipanjem nasipa ne ugrožavaju. Najzgodnije mjesto za visinske točke je u blizini i u visini prijelaza iz usjeka u nasip, gdje se ne će otkopati niti zasuti. One će se utvrditi ujedno sa provedenjem detaljnog nivelmana svih točaka u osi pruge, t. j. kada nam je os pruge poznata, i možemo da se prema njoj ravnamo. Preporuča se, da se ove sporedne visinske točke redovito upotrebe za premještanje nivelira, da se kod očitanja letve ne bi potkrala kakva

pogreška, koja će se na taj način ustanoviti, osobito ako kod premještanja instrumenta oduzmemo vizuru sa dvije točke.

Nivelman glavnih i sporednih visinskih točaka, jednako kao i nivelman svih točaka u osi pruge, prema zapisniku štacioniranja, napravit ćemo tek nakon provedenog štacioniranja. On se pravi uvijek dvaput, i to tamo i natrag, a kod toga ćemo nastojati, da kod premještanja instrumenta iskoristimo one točke, koje smo upotrebili kod prvog nivelmana. Time ćemo za svaku točku dobiti kontrolu. Mogu se malo označiti tintenom olovkom.

Svaki ovakav nivelman priključit ćemo, osim na nove visinske točke, i na repere preciznog nivelmana vojno-geografskog instituta, ukoliko bez većeg gubitka vremena možemo da na njih priključimo. Svakako na početku i na koncu nivelmana priključit ćemo taj nivelman na postojeće repere, prema kojima ćemo kontrolirati i izjednačiti svaki provedeni nivelman.

Kod ove kontrole moramo imati na umu, da i reperne točke mogu da budu pomaknute, osobito na kućama (kod obnove fasade), na pločama propusta ili na rubovima cesta (prilikom opravka). Zato moramo svakako izvršiti kontrolu dvostrukim nivelmanom i povezivanjem na što više repernih točaka.

Sve točke, koje smo nivelirali, unijet ćemo u zapisnik nivelmana u posebnoj knjižici za nivelaciju. Sva očitanja glavnih i sporednih visinskih točaka i onih točaka, u kojima se instrument premješta, računat ćemo na tri decimale, sve ostale mogu da se računaju na dvije decimale. Za svaki provedeni nivelman svih visinskih i svih ostalih točaka, napravit ćemo zapisnik, a na prednjoj strani označiti prugu i km od početka do konca ili kakvom drugom oznakom, a da se kasnije ne gubi vrijeme tražeći, kuda on spada.

Kote točaka pruge prenijet ćemo iz zapisnika nivelmana u pisani uzdužni profil, a prema njemu nanijet ćemo crtani uzdužni profil.

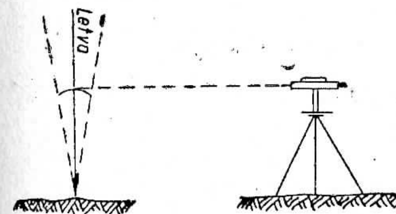
Na letvi, koju upotrebljavamo kod nivelmana, pričvrstit ćemo unakrsne ili doznu razulju ili visak, (sl. 87 c i b) i češće viskom kontrolirati, da li one točno vrhune. Kod nivelmana letva mora biti točno vertikalna, samo u tom slučaju bit će i nivelman dobar. Nemamo li gore spomenutih razulja, onda moramo letvu njihati prema i od instrumenta i očitati najmanje čitanje, jer je ono pravo, ali i kod toga gubimo mnogo vremena (sl. 203.).

Za visinske točke odabrat ćemo zdravo, čvrsto, sraslo kamenje, zidove, objekte, izbočeno kamenje podnožja kuća i sl. Sama točka na mjestu, gdje se postavlja letva, neka je zaobljena; ako to nije, valja je dotjerati dlijetom (sl. 204.).

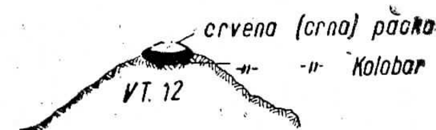
Računska kontrola nivelmana provest će se za vrijeme odmora, i to tako, da se zbroje sva očitanja za točke premještanja instrumenta u smjeru sprijeda, i od toga odbije zbroj čitanja u drugom smjeru, straga.

Razlika će nam dati razliku visine između početne i konačne točke. Radi kontrole bolje je kod premještanja instrumenta očitati visinu sa dvije točke. Pri računanju razlike ustanovit ćemo eventualnu griješku i ona se ne će vući dalje.

Nemamo li sraslog kamenja u blizini ili je ono trošno, morat ćemo u njemu izdupsti rupu i izbetonirati, a u beton umetnuti jedan jak šinjski čavao (sl. 205.). Ako je zemlja, izdupst ćemo zbog smrzavanja dublju i nešto širu rupu i na vrhu, kao i prije umetnuti u beton jedan po mogućnosti jak šinjski čavao. (Vidi sliku 206.).



Sl. 203. Nivelman. Njihanjem letve dobiva se najniže (točno) očitanje

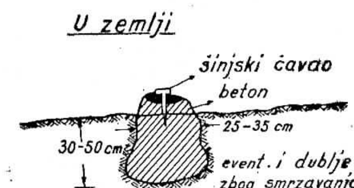


Sl. 204. V. T. na stancu kamenu

Kao visinske točke možemo upotrebiti i jako hrastovo kolje, ili ako smo u šumi, jedan zdrav panj odsječenog stabla, u koji ćemo zatući jak čavao. Ali ovakve visinske točke traju samo nekoliko godina pak će istrunuti, zbog čega je sigurnije kamenje ili beton.



Sl. 205. V. T. u trošnom kamenu



Sl. 206. V. T. u zemljanom materijalu

Visinske točke postavit ćemo na mjestima, gdje ih je lako naći. Za svaku visinsku točku valja napraviti skicu, pak sve to unijeti u iskaz visinskih točaka (sl. 207.). U šumi, a da se lakše nađu napravit ćemo bojom znakove na okolnim stablima, a prije obojenja valja istesati koru, dok se ne dođe do samog drva.

1. SONDIRANJE TLA

Da ustanovimo sastav tla ispod površine u nutrini, morat ćemo na raznim mjestima napraviti bušenja, okna, jame ili prereze. Jedino ako tako učinimo, bit ćemo u stanju da točno odredimo pokose usjeka i na-

sipa, kao i dubine fundiranja raznih vještačkih radova, što sve trebamo za projekt i točan predmjer i troškovnik radova, koji se imaju izvesti.

Na jače nagnutim padinama bit će bolje, da napravimo prereze u padinu, nego li da pravimo okna ili jame. Istražit ćemo tlo do dna usjeka ili do čvrste stijene, a u slučaju, da tlo nije pouzdano, kopat ćemo i dublje, da ne bi kasnije nastalo klizanje zbog poremećenja ravnoteže kopanjem usjeka ili nasipavanjem nasipa. Naiđemo li prije dna usjeka na čvrstu sraslu stijenu, prestat ćemo sa kopanjem, ali se moramo osvjedočiti, da to nije kakov samac kamen. Valja ustanoviti, da li je brdo u slojevima

Pruga Zadar – Knin *I. sekcija*

Iskaz visinskih točaka
Od km 0·0 do km 15·5

Redni br.	V. T.	Položaj: pruga Km	Položaj: Lijevo ili desno	Kota	Opaska i skica
1	V. T_1	0·0+2·5	Desno		iz Zemunika; Mariću Ivkoviću; 2·5 m; 12·5 m; Kamen V.T_1
2	V. T_2	0·7+38	Lijevo		Vršajko; Bunar; V.T_2; Rub bunara
3	V. T_3	1·4+50	Desno		V.T_3; Kapelica, istočni ugao stepenice
4	V.T. cestovni Km 8·5	2·1+80	Desno		Cestovni Km 8·5; Km 8·5
5	V. T_4	2·9+30	Desno		VT_4; Rub desne ploče propusta

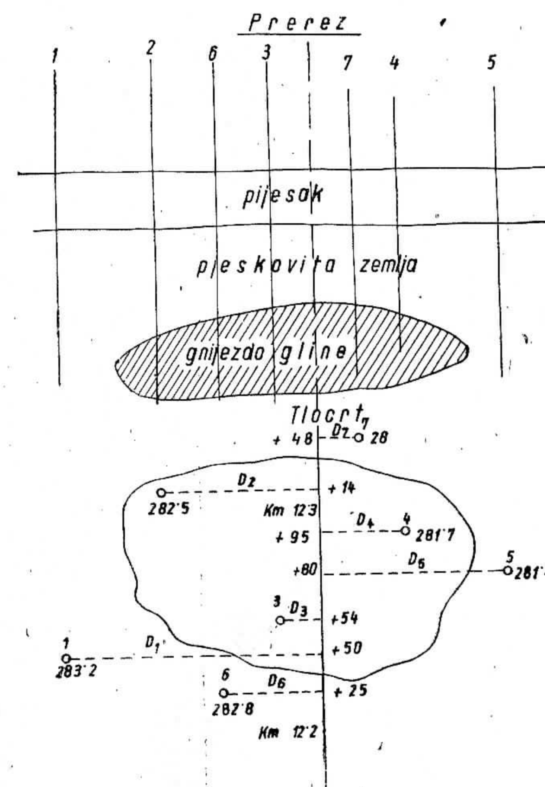
Sl. 207. Iskaz visinskih točaka

i kako su oni nagnuti, da li u pravcu padine ili prema brdu. (Vidi: Ing. J. Alačević — Unska pruga — Zagreb 1930.) Kod bušenja svrdlima valja napraviti više bušotina, jer možemo naići na gnijezdo gline ili na samac kamen, te bismo neispravno sudili, kad bismo uzeli, da je sloj takova materijala. (Vidi sl. 208.). Da li je stanac ili samac kamen u jamama ili oknima, možemo prosuditi po jasnom ili muklom zvuku, ako na nj bacimo ćuskiju. Isto ćemo ustanoviti, budemo li opažali slojenje u tom kamenu i sravnili ga sa okolinom.

Sve, što ustanovimo prilikom bušenja ili kopanja, utvrdit ćemo u posebnim iskazima i skicama. Važno je, da se zabilježi kilometraža (stacija), gdje se pravi bušenje kao i visina polaznog kolca. Jame (okna) bit će bolje da se prave četverouglaste nego li okrugle, jer ćemo po uglovima moći bolje da opažamo slojenje kao i njihovo nagnuće. Okna ili jame uzimat ćemo barem 1—1.5 m u kvadratu.

m. BUŠENJA

Prema bušenjima u točkama 2, 3 i 4 moglo bi se držati, da smo naišli na sloj gline, dok bušenja u točkama 1, 5, 6 i 7 dokazuju, da je bilo samo gnijezdo gline. (Sl. 208.).



Sl. 208. Ispitivanje tla bušenjem

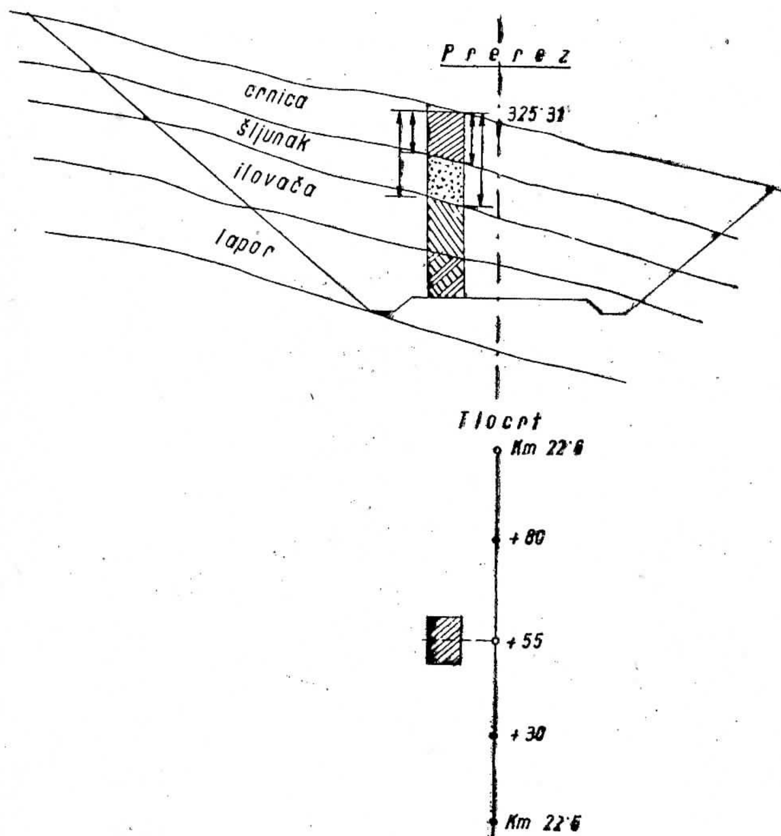
Nije uputno da se uzimaju tri točke u jednom pravcu, i valja nastojati da se kolje, od kojega se vrše mjerenja dubina i udaljenosti lijevo i desno, ne pomakne prilikom bušenja. Dubine za razne materijale i debljine slojeva mjerimo prema duljini stalka svrdla.

Nakon svakog kraćeg bušenja valja izvući svrdlo, ustanoviti materijal i eventualnu vodonosnost tla.

Na osnovu pronalazaka kod bušenja napravit ćemo slojnice za razne materijale i za vodonosne slojeve ispod površine.

n. OKNA ILI JAME

Okno (sl. 209.) je u svoj dubini istog prereza. Jama (sl. 212.) je prema gore šira, a prema dnu se suzuje. Ako je materijal mekši, obložit ćemo strane daskama i razuprijeti, da se ne bi urušavale.



Sl. 209. Ispitivanje tla oknom

Mjerenjem dubina u sva četiri ugla pri svakoj promjeni materijala ustanovit ćemo brazdenje i padanje slojeva, kao i njihovu debljinu.

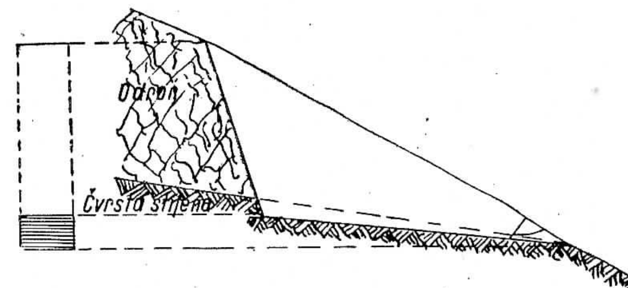
Jame moraju da ostanu otvorene, da projektant i rukovodstvo gradnje pruge može da prosudi sastav materijala na raznim mjestima.

Jame i okna valja razuprijeti i ograditi ih, da se ne bi urušile i da ne bi netko u njih upao.

Materijal u pojedinim slojevima valja točno opisati, kao i eventualnu vodonosnost slojeva. Osim toga zabilježit ćemo, da li je materijal upotrebiv kao građevni materijal (kamen, pijesak). Ustanovit ćemo, da li u blizini ima vode, građevnog drva, prevoznih sredstava i t. d. Također valja ustanoviti, da li već postoje komunikacije u blizini pruge i kakve su, kao i koliko bi stajala njihova opravka, zbog iskorišćenja za vrijeme građenja.

o. PREREZI

Na strmijim padinama pravit ćemo prereze u nutrinu brda. (Sl. 210.).



Sl. 210. Ispitivanje tla prerezom

Građevna sekcija Knin

Novogradnja željezničke pruge
Knin - Pribudić

Iskaz pokusnog bušenja br 3 od Km. 7·3 do Km......

Km	Položaj istraživanja	Duboko ispod površ. m	Deblj. sloja m	Visina nad morem	Vrsta tla	Visina podz. vode u m.	Broj istraživa.	Broj pokus bušenja	Opaska
7·3+20·0	2·5 m desno	0·00	0·45	240·35	Glinovita orača zemlja				Otkopano
		0·45	1·00	239·90	Sitni zbijeni pijesak (pržina)				Dobar za mort sa želj ezom za sondiranje
		1·45	1·80	238·90	Modra glina, suha				
		3·25	0·80	237·10	Jlovača protkana laporom				
		4·05		236·30					
+35	4·7 m lijevo	0·00	0·23	231·45	Orača zemlja				Otkopano
		0·23	1·24	231·22	Jlovača				Sa svrdlom
		1·47	1·41	236·98	Lapor				
		2·88		235·57					

Sl. 211. Iskaz bušenja

Dno prereza mora biti nagnuto prema dolini i ostavljen otvor radi nesmetanog otoka vode. Ako ustreba razupru se otkopane plohe, da se materijal ne urušava.

Kako je već naglašeno, valja omogućiti projektantu i rukovodstvu gradnje pruge da se vlastitim opažanjem i prosuđivanjem uvjeri o vrsti i osobinama materijala.

Iskaz istraživanja tla br. ...... od km. .... do km. ...

Red br	Položaj u km	Skica	Opis lijevo ili desno i udaljenosti od osi	Opaska
1	103·620	Pribudić 1·5; 1·5; Km 103·620; Khin; 0·80 I; 1·6 II; 1·5 III	Jama u osi; I Crnica; II Šljunak; III Čvrsti kamen. Kredni vapnenac; Dobar građ. materijal.	Usjek km 105·5/1; Djelomično oplata razuprto
2	107·562	Pribudić 2·0; 2·0; Km 107·302; Khin; 0·80 I; 2·30 II; 0·20 III	Okno; I Pjeskovita crnica; II Rastrošeni verfenski škriljevac; III Tvrdi masivni škriljevac	Temelj stupa za vijadukt u vododerini Tomaševac; Razuprto
3	108·207	11·0; 6·20; 2·2; I; II; 6·80; 0·3; 1·90	Prerez lijevo i desno osi pruge; I Dolomitni pijesak; II Čvrsti dolomitni kredni vapnenac	Usjek; K 108·0 / 108·3

Sl. 212. Iskaz istraživanja tla jamama, oknima i prerezima

Za sva ispitivanja tla moramo napraviti iskaze, u kojima ćemo navesti tok pronalaska i sva napravljena opažanja. (Slika 211. i 212.).

p. SLIJED RADOVA NA POLJU ZA DETALJNI PROJEKAT

Određivanje visina glavnih visinskih točaka V. T., t. j. precizni nivelman vrši jedan te isti iskusniji inženjer ili tehničar za čitavu prugu, da njegova točnost bude jednaka. Ostali rad za svaku dionicu od 5—10 km razdijelit će se na 5 radnih odjela, i to:

1. Vođa odjela, polaže i iskolčuje tangente, t. j. prenosi ih iz slojnih planova na teren i određuje njihova sjecišta.

2. Drugi inženjer ili tehničar mjeri tangente i tangentne kutove, izračunava i iskolčuje krivine.

3. Nakon što je prvi iskolčio tangente, a drugi uznapredovao sa iskolčenjem krivina, prvi počinje štacioniranjem, a iza njega

4. drugi snimanjem poprečnih i sporednih prereza.

5. Kad je štacioniranje iskolčenog dijela gotovo, onda ovaj inženjer ili tehničar vrši detaljni nivelman svih točaka u osi pruge, povezuje ga na glavne visinske točke, i ukoliko ustreba, umeće sporedne visinske točke.

Netom je jedna dionica od 2—3 km na polju gotova, šalju se dotične knjižice u centralu, gdje se izračunavaju napravljene snimke i nanosi detaljna situacija. Za kišnih dana ovaj posao računanja vrše inženjeri i tehničari na polju, a ako sve izračunaju, onda u centrali kontroliraju, i to detaljni nivelman, dužine i poprečne prereze.

Kod operacije pod 2. bile su izmjerene tangente od TKn do $TKn + \varkappa$, a kod štacioniranja izmjerene su dužine pravaca između KPK i PPK, a tako i dužine krivina. Ako dužini međupravaca pribrojimo dužine dviju nadovezanih krivinskih tangenata, taj nam zbroj mora dati dužinu glavne tangente od TKn do $TKn + 1$ i tako imamo kontrolu za točnost mjerenja. Onda ćemo prema protokolu štacioniranja nanijeti uzdužni prerez i položiti niveletu. Iza toga se nanose poprečni prerezi, a nakon što se u njih unese niveleta ucrtava se željeznički trup, t. j. obrisi usjeka, nasipa i vještačkih radova, sve u olovci, a nakon izvedenja crveno.

Uzdužni prerez dobit ćemo, ako na posebnom milimetarskom papiru za uzdužne prereze, nanesemo svaku pojedinu terensku točku, i to njezinu udaljenost od početne točke (po kilometraži) prema protokolu štacioniranja, a njezinu visinu prema detaljnom nivelmanu. Nakon toga ucrta se niveleta i izračunaju i unesu se kote svih lomova nivelete i za svaku pojedinu točku pruge.

Kada je nakon izjednačenja kubatura niveleta stalno položena, i trup pruge ucrtan u poprečne prereze, možemo nanijeti situaciju radova na pruzi, tako da se iz poprečnih prereza nanesu sve markantne točke radova na pruzi i terena. Spajanjem tih točaka dobit ćemo situaciju radova, koji će se na pruzi izvesti. (Sl. 127.).

Osovina pruge za situaciju ne smije se nanositi transporterom, već pomoću apscisa i ordinata od tangente, ili pomoću koordinata, koje valja izračunati.

Pred definitivnu izradu situacije, dotično definitivno ucrtanje željezničkog trupa u poprečne prereze, valja napraviti profil ploha i profil masa i ustanoviti najpodesniju raspodjelu masa s obzirom na otkop i na razvoz materijala. Redovito će biti potrebna mala pomicanja nivelete prema gore ili prema dolje, t. j. njezino dizanje ili spuštanje. Eventualno može biti nužno i pomicanje osi pruge u horizontalnom smislu, t. j. više u brdo ili prema dolini. Ova pomicanja vršit će se tek nakon njihova približnog izjednačenja, t. j. nakon utvrđenja najpovoljnije trase. Ako je trasa u maksimalnom usponu, na visinama nivelete ne smije se ništa mijenjati, pomicanje će se moći vršiti samo u istoj visini, više u brdo ili prema dolini. Pobliže o ovom poglavlju u trećoj knjizi.

Nakon izjednačenja masa i utvrđenja osi pruge, nanijet ćemo njezinu situaciju i sve konture izvući tankim linijama crnim tušem, t. j. sve konture postojećega kao i novih radova, usjeka, nasipa, jaraka, vještačkih radova preloženja putova i vodotoka. Nove građevine, koje se imaju izvesti: objekti i t. d., kao i osovina pruge, izvuku se crvenim cinoberom, ali tek nakon što je situacija (usjeci, nasipi i t. d.) obojena.

Od situacije i izvučenog uzdužnog profila napravit će se matrice (oleate) na prozirnom papiru, a od njih napravit ćemo kopija, koliko ustreba. Kadgod se prave matrice u crnoj i u crvenoj boji, ali je jednostavnije, kad je sama jedna matrica, na kojoj je sve crno izvučeno. Kod kopija prevuče se crvenim cinoberom ono, što je novo (objekti i t. d.).

O svim radovima bilo na polju ili u kancelariji pravi svaki odjel (grupa) nedjeljne ili petnaestdevne izvještaje za upravu, radi kontrole napretka rada.

Kod radova na polju ne smije se uzimati više radnika, nego što je potrebno, jer se tim nanosi šteta narodnoj privredi.

Za iskolčenje i mjerenje trebamo 4—5 radnika, za snimanje poprečnih prereza trebamo 3 radnika, a za nivelman dovoljno je 2—3 radnika.

Sve štete, koje se mjerenjem naprave na raznim kulturama, valja procijeniti i odmah platiti, najbolje preko Mjesnog N. O. Iznosi šteta unijet će se u iskaze za svaki M. N. O. zasebno. Svaka stavka odnosi se na pojedinu štetu. Primalac odštete potpiše svoju stavku.

LITERATURA

Alačević ing. Jerko — Građenje cesta i željeznica I, II, III i Građenje tunela, Skripta, Udruž. S. T. F. Zagreb, 1930/34.

Alačević ing. Jerko — Treba li graditi Unsku prugu Split, 1931.

Alačević ing. Jerko — Željeznički spoj Bihać—Knin Zagreb, 1930.

Alačević ing. Jerko — Plan željezničke mreže Jugoslavije od god. 1933. — Tehn. List broj 3/4 od 1934. Zagreb, 1934.

Alačević ing. Jerko — Problemi Splita — »Novo Doba« broj 305 od 31. XII. 1936. Split, 1936.

Alačević ing. Jerko — Unska pruga — Tehn. List br. 3/4 od 1939. Split, 1939.

Alačević ing. Jerko — Istarske željeznice — »Saobraćaj« br. 8 od 1948. Beograd, 1948.

Alačević ing. Jerko — Naša magistrala Dunav — Jadran — »Republika« br. 223 i 224 od 1950. Beograd, 1950.

Arnautović Dragomir — Osnovi komercij. enciklopedije srp. železnica Beograd 1911.

Baltzer prof. F. — Kolonial u. Kleinbahnen I u. II Sammlg. Göschen No. 816 u. 817.

Bedenisov B. N., Sologubov V. N. i dr. — Kratkii tehničeskii Železnodorožnii slovar Moskva 1946.

Besser F. — Kommentar zur Eisenbahn-Bau-und Betriebsordnung vom 17. VII. 1928. Berlin 1928.

Besso B. — Le grandi invenzioni Vol I, II Milano 1873.

Betriebsreglement f. d. — Eisenbabnen der im Reichsrate vertr. Königreiche und Länder Wien 1909.

Biedermann Ernst — Die wirtschaftliche Entwicklung der preussischen Staatsbahnen Berlin 1906.

Birk Dr. Ing. Alfred — Der Eisenbahnbau — Einltg. u. Allgemeines Leipzig 1908.

Birk Dr. Ing. Alfred — Der Wegebau I, II, III, IV, V, VI, Leipzig-Wien 1921/24

Blum Dr. Ing. Otto — Der Südosten verkehrspolitisch betrachtet Berlin 1941.

Blum Dr. Ing. Otto — Die Entwicklung des Verkehrs I, Die Vergangenheit u. ihre Lehren Berlin 1941.

Borelli C. Franjo — Bilješke o koristi i važnosti Dunavsko-Jadranske željeznice (talijanski) Zadar 1856.

Bouvard Robert — Das Strassenwesen in Dalmatien Wien 1909.

Burkhardt E. — Die Störungen des Einsenbahnbetreibes durch Schnee und Eis Wiesbaden 1887.

Cauer Dr. Ing. W. — Eisenbahnausrüstung der Häfen Berlin 1921.

Čihak Ing. Vlastimir — Geodesie v stavbeni praksi Praha 1945.

Cvijić Jovan — Geomorfologija knjiga I, II Zagreb 1922. Beograd 1924.

Cestogradnje zemaljske u Hrvatskoj i Slavoniji od 1896—1914 Zagreb, 1917.

Čabrijan Dr. tehn., dipl. Ing. Miroslav — Die günstigste Neigung der Eisenbahnen Wien 1944.

Čubranić—Neidhardt—Janković—Macarol—Geodetski priručnik I Zagreb, 1948.

Direkcija za građenje novih željeznica — Zvanični projekat, Beograd 1925.
Đurić Ing. Nikola — Građevna politika željeznica S. H. S. Zagreb, 1919.
Đurić Ing. Nikola — Plan mreže glavnih želj. pruga S. H. S. Beograd 1926.
Dodatak redu vožnje br. 62a J. D. Ž. Sarajevo, 1933.

Eckert-Greitendortt Prof. Dr. Max — Kartenkunde (Sammlg. Göschen) Berlin 1943.
Eisenbahn-Bau-und Betriebsordnung vom 4. XI. 1904. Berlin 1922.
Encyclopédie par l'image — Les chemins de fer — Librairie Hachette Paris.

Farmakovski Inž. Vlad. — Termotehnika parne lokomotive Beograd 1947.
Farmakovski Inž. Vlad. — Lokomotiva opšti deo, knj. VI. Beograd
Filipon Inž. Nikola — Lokomotiva u službi Beograd 1947.
Fock Ing. A. — Le chemin de fer Transsacharien Paris 1929.
Frahm Johan — Das Englische Eisenbahnwesen Berlin 1911.
Fröhlich Dr. Ing. — Die Reichseisenbahn Berlin 1920.
Fürst Artur — Die Welt auf Schienen München 1925.

Geschichte der Eisenbahnen der Ö. U. M. I. Bd, I. u. II. Teil, II. Bd., III. Bd. — VI, Bd. Wien-Teschen-Leipzig 1898.
Generalna Dir. J. D. Ž. — Spisak državnih i priv. željeznica Beograd 1934.
Giese—Blum—Risch — Linienführung Handbibliotek f. Bauingenieure II/2-II/9 Berlin 1925.
Glasnik zem. muzeja u Sarajevu — Godište 1891 Sarajevo 1891.
Gumilevski Lev — Železnaja doroga Moskva 1945.

Hanhart H. & Waldner A. Trassierungshandbuch Berlin 1942.
Hartner-Friedrich & Doležal — Hand-und Lehrbuch der niederen Geodesie I. Bd. 1 u. 2 u. II. Bd. Wien 1910.
Hačaturov T. S. — Velika željeznička država Beograd 1948.
Helander Dr. Sven — Nationale Verkehrsplanung Jena 1937.
Henning Prof. Richard — Verkehrsgeschwindigkeit u. ihre Entwicklung bis zur Gegenwart Stuttgart 1936.
Hentrich — Teerstrassenbau Halle 1927.
Heeb—Kolmel—Rončević — Građenje cesta Zagreb 1948.
Hoff W. u. Schwabach F. — Nordamerikanische Eisenbahnen Berlin 1906.
Hoffman — Ueber Trassierung von Eisenbahnlinien in offenen und coupirten Terrain Wien 1870.
Horvat. Dr. Rudolf — Pedesetgodišnjica hrvatskih željeznica »Prosvjeta« Zagreb, 1912.
Hlavinka prof. Ing. V. — Željezničke veze Kvarnera — Željeznica Senj — Plitvička Jezera — Bihać Senj 1927.

Jakuševac Inž. Aleks. — Vuča vozova Beograd 1949.
Jugoslavenskog društva za putove — Glasnik — Razna godišta Beograd

Križanić Ivan — Lička željeznica Karlovac 1907.
Kreuter Ing. Franz — Linienführung d. Eisenbahnen Wiesbaden 1900
Kostić Ing. Aleks. — Rektifikacija i upotreba geodetskih instrumenata Beograd 1931.
Karmanski Dr. Lujo — Regulacija Save od Siska do Zagreba Zagreb 1932.
Kochenrath Dipl. Ing. W. — Grundzüge des Eisenbahnbaues I Leipzig 1930.
Koller—Schmidlin—Stoll — Die Gotthardbahn u. ihre Konkurrenten Zürich 1864.
Kummer Dr. W. — Der Kraftbedarf d. Gotthardbahn Schweiz. Bztg. Zürich 1912
Kultur- und Sittengeschichte Bd. 7—8 Wien-Hamburg-Zürich.
Krulj Dr. Uroš — Naša saobraćajna (željezn.) politika Beograd 1935.
Kuzmanović Ing. Ognjan — Plan mreže drž. željeznica Beograd 1926.

Lange Dr. Friedrich — Das Bahnwesen in Bosnien u. Herzegow. Putbus a/R 1920.
Launhardt W. — Die Betriebskosten der Eisenbahnen Leipzig 1877.
Launhardt W. — Die Steigungsverhältnisse der Strassen Hannover 1880.
Launhardt W. — Teorie d. Trassierens I u. II — Die Komerzielle u. d. Technische Trassierung Hannover 1887/88.
Lončarević Inž. Dušan — Naše železnice Beograd 1939.

Marone Ing. E. — La direttissima Bologna-Firenze Bologna 1935.
Mijatović Čedomir — Naše železnice Deo I. i II. Beograd 1884.
Milenković Inž. Petar — Nova železn. mreža S. H. S. Beograd 1926.
Milenković Inž. Petar — Istorija građenja železnica Beograd 1936.
Miller Konrad — Die Weltkarte des Castorius Ravensburg 1887.
Miller Konrad — Die ältesten Weltkarten Stuttgart 1895/8.
Miller Konrad — Itineraria Romana Stuttgart 1916.
Müller Rudolf — Kurze Anleitung f. tacheom. Aufnahmen Wien 1898.
Müller Wilhelm — Fahrdynamik d. Verkehrsmittel Berlin 1940.
Moser Dr. Ing. Rob. — Das Fern — Ortler — Projekt u. die Schweizerischen Ostalpenbahn-Projekte
Moser Dr. Ing. Rob. — Schweizerische Ostalpenbahn. Technischen Gutachten u. d. Splügenprojekt
Moser Dr. Ing. Rob. — Schweizerische Ostalpenbahn — Eisenbahnprojekt Biasca — Greina — Cluz Zürich 1907.
Moser Dr. Ing. Rob. — Schweizerische Ostalpenbahn — Bellinzona-St. Bernardino — Cluz
Moser Dr. Ing. Rob. — Schw. Ostalpenbahn — Die Duplik Würmli u. a. Das Gutachten Würmli Zürich 1912.
Mollinary-Pisačić — Die Römerstrassen in d. europ. Türkei Zagreb 1914.
Müller Ing. František — Složeny oblouk a jeho... Brno 1923.
Mutzner Dr. Techn. Karl — Die Wirtuellen Längen d. Eisen. Zürich 1914.

Nagode Dr. Ing. Črtomir — Naše glavne komunikacije i t. d. Ljubljana 1938.
Neidhardt Dr. Ing. Nikola — Repetitorij niže geodezije Zagreb 1946.
Neidhardt Dr. Ing. Nikola — Osnovi Geodezije I i II Zagreb 1946/47.
Nikolić Inž. Kosta — Aktuelno pitanje našeg saobraćaja Beograd 1928.
Novak Dr. Grga — Split u svjetskom prometu Split 1921.
Nördling W. — Die arlbergbahn-Stellung der Techniker Wien 1880.

Oberschulte L. & Wegele H. — Vorarbeiten I Leipzig 1904.
Oerley Dr. Ing. Leopold — Das Fernstrassenproblem Europas Wien 1936.
Okrug Tuzlanski — Jadranska željeznica Tuzla 1922.
Oppengeim K. A. — Teorija profilja železnih dorog. časti I i II Moskva 1946.

Paul, Schubert, Blum — Liniefüĥrung u. Bahnerhaltung Wiesbaden 1906.
Pernt Dr. Ing. Max und Birk Alfred Dipl. Ing. — Tafeln, Wien, Pest, Leipzig 1903.
Peterčić Ing. Ljub. — Građenje cesta i željeznica gornji stroj I Zgb. 1935.
Peterčić Ing. Ljub. — Postaje i kolodvori Zagreb, 1942.
Petersen Richard — Die zweckmässigste Neigung d. Eisenb. Berlin u. Wiesbadem 1921.
Pini Ing. Giuseppe — La grande galleria dell'Appennino Roma 1929.
Protodjakonov M. M. — Teorija profila železnih dorog Moskva 1946.
Pirat Dr. Ing. Carl — Verkehr u. Landesplanung Stuttgart 1938.
Pravilnik br. 14. J. D. Ž. O gornjem stroju Beograd 1940.
Popović Ing. Daka — Problemi naše železnice Novi Sad 1927.

Quatz R. — Die Reichsbahnen Bd 1-10 Berlin 1919.

Rakočević Ing. Stev. — Izlaz Srbije na Jadransko more Beograd 1929.
Röll Dr. Friedr. — Enzyklopedie d. Eisenbahnwesens Berlin-Wien 1912-14.
Rosegger C. — The Jubilee of the Semmering Railway — Wien 1904.
Rothpletz Ing. F. — Die Ventilationsanlage d. Simplon-Tunnels Schw. Bztg. 1919.

Sarazin O. u. Oberbeck H. — Taschenbuch zum Abstecken v. Kreisbögen Berlin 1940.
Sarazin O. u. Oberbeck H. — Priručnik za obeležavanje krivina Beograd 1948.
Savić Ing. Kirilo — Građenje železnica I Tehn. uslovi za izradu projekta Beograd 1934.
Savić Ing. Kirilo — Građenje železnica IIŽelj. politika i ekonomija Beograd 1939.
Savić Ing. Kirilo — Građenje železnica III Izrada tehn. projekta Beograd 1948.
Savić Ing. Kirilo — Građenje železnica IV Izrada tehn. projekta Beograd 1949.
Savić Ing. Kirilo — Treba li graditi Unsku prugu — »Ekonomist« br. 3/4 Bgd. 1931.
Sax Dr. Emil — Die Verkehrsmittel in Volks- u. Staatswirtschaft I u. II. Berlin 1918 i 1920.
Schewior Prof. G. — Der Höhenplan im Erdbau Leipzig 1942.
Schau A. u. R. — Eisenbahnbau Ia — Allgem. Grundlagen d. Eisenbahnbaues Berlin 1943
Schoen Joh. G. — Strassen u. Wasserbau der Alten Wien 1885.
Scholz Dr. Ing. W. — Kraftwagen u. Eisenbahn Berlin 1921.
Schubert Dr. Rikard — Geologija Dalmacije Zadar 1909.
Seefelner Dr. Ing. E. u Peter Ing. H. H. — Elektrische Zugförderung Berlin 1924.
Senjanović Ing. Petar — Nove dalm. željeznice Zagreb 1919.
Senjanović Ing. Petar — Naši izlazi na more Split 1920.
Singer Ing. Max — Die Bodenuntersuchung für Bauzwecke Leipzig 1911.
Slaviček Ing. Dušan — Obilježavanje novih željezničkih pruga Beograd 1949.
Sinković Ing. M. i Magdić M. — Uputstvo za prakt. primjenu iskolčenja lukova Zagreb 1934.
Skakić Ing. Miloš — Građenje novih željeznica Sarajevo 1922.
Stefanović Ing. Miloš — Železnički spoj Bihać-Knin »Srp. književ. glasnik« Beograd 1931
Stabilini Dr. Ing. L. — Lezioni di costruzioni stradali e ferroviarie Padova 1931.
Stadt Zara — Ausbau der dalmat. Eisenbahnen Zadar 1879.
Strohmayer K. — Der Eisenbahnbau Teil I, II, III, IV. Leipzig 1907, 1908, 1910.
Stojanović K. — Govori i rasprave — Sv. I, II i III Beograd 1920.
Stummer-Joseph — Praktische Einleitung z. Trassieren von Eisenbahnen Weimar 1867.
Spaček Ing. K. Stavitelstvi silnični Praha 1919.

Tehnički List — Razna godišta i članci Zagreb
Technisch-commerzieller Bericht u. d. zweite Eisenbahn-Verbindung mit Wien 1901.
Technische Vereinbahrungen über den Bau u. Betrieb der Haupt u. Nebenbahnen Berlin 1930.
Trgovinsko-Industrijska Komora — Unska pruga Split 1930.
Trgovinsko-Industrijska-Zanatska Komora — Saobraćajni problemi u Zetskoj Banovini Podgorica 1935.
Thormann Ing. L. — Die elektrische Traktion der Berner Alpenbahngesellschaft — Schw. Bztg. Zürich 1914.
Trautwetter Ob. Ing. Karl — Linienführung elektrischer Bahnen Berlin 1920.
Tominac Jos. — Magyar Orszagainak Vasutai 1845—1904 Budapest 1905.
Trommer Ludwig Ed. — Das Eisenbahn-Verkehrswesen Zürich 1895.

Udruženje J. I. A. — Plan željezničke mreže, 1922.

Vasković Ing. Zdravko — Plan buduće željezničke mreže S. H. S. Beograd 1924.
Veb Valter Loring — Ekonomska načela građenja i eksploatacije železnica Beograd 1938.

Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen — Betriebsreglement Berlin 1902.
Vinničenko — Finansirovanie železnih dorog Transzeldorizdat Vorschriften f. d. Anordnung der Uebergangskurven etz. d. ö. Staatsbahnen Wien 1895.

Wekrmeister Prof. Dr. Ing. P. — Vermessungskunde I, II, III Berlin 1942.
Wiesmann E. — Bau des Hauenstein — Basistunnels Sissach-Olten Berlin u. Bern 1917.

Zapisnici sjednica Bos. sabora 1911 i 1912.
Zara — Handels- u. Gewerbekammer. Die Occupation von Bosnien und der Herzegovina u. d. dalmatinischen Eisenbahnen Zadar 1879.

Izdanje i tisak Nakladnog zavoda Hrvatske,
Zagreb, Frankopanska 26
Za izdavača Dr. E. Musić
Tehnička redakcija Z. Orban
Naklada 2000 primjeraka

Tablica elemenata krivina za glavne pruge normalnog kolosijeka

Nadvišenje $h = \frac{8 V^2 max}{R}$ (u mm); nagib rampe 1 : n, gdje je n ~ 10 Vmax; dužina prelazne krivine = duž. prelazne rampe l = nh ~ 10 Vmaxh

Glavne pruge I. reda

V max = km/h	120			115			110			105			100			95			90			85		
uspon = %	0-3			0-3			3.1-6			3.1-6			6.1-8			8.1-10			10.1-12			12.1-14		
R (m)	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l
200																								
225																								
250																								
275																								
300																								
350																								
400																								
450																								
500																						116	862	100
550																			118	847	100	105	857	90
600																120	917	110	108	926	100	96	833	80
700													114	965	110	103	971	100	93	968	90	83	964	80
800							120	1000	120	110	1000	110	100	1000	100	90	1000	90	81	987	80	72	972	70
900				118	1017	120	108	1018	110	98	1020	100	89	1011	90	80	1000	80	72	972	70	64	937	60
1000	115	1043	120	106	1038	110	97	1030	100	88	1023	90	80	1000	80	72	997	70	65	923	60	58	1034	60
1100	105	1142	120	96	1042	100	88	1022	90	80	1000	80	73	1096	80	66	1061	70	59	1017	60	53	1132	60
1200	96	1145	110	88	1023	90	81	1111	90	74	1081	80	67	1045	70	60	1000	60	54	1111	60	48	1042	50
1500	77	1169	90	71	1127	80	65	1077	70	59	1017	60	53	1132	60	48	1041	50	43	930	40	39	1026	40
2000	58	1208	70	53	1133	60	48	1250	60	44	1136	50	40	1250	50	36	1111	40	32	937	30	29	1034	30
2500	46	1305	60	42	1190	50	39	1282	50	35	1143	40	32	1250	40	29	1034	30	26	1153	30	23	1304	30
3000	38	1316	50	35	1143	40	32	1250	40	29	1034	30	27	1110	30	24	1250	30	22	1363	30	19	1053	20
4000	29	1378	40	26	1154	30	24	1250	30	22	1363	30	20	1500	30	18	1111	20	16	1250	20			
5000	23	1743	40	21	1428	30	19	1053	20	18	1111	20	16	1250	30									

Glavne pruge II. reda

V max = km/h	80			75			70			65			60			55			50		
uspon = %	14.1-16			16.1-18			18.1-20			20.1-22			22.1-25			22.1-25			22.1-25		
R (m)	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l
200																			100	500	50
225																108	555	60	89	562	50
250													115	601	70*	97	515	50	80	500	40
275													105	571	60	88	568	50	73	549	40
300										113	619	70	96	625	60	81	617	50	67	596	40
350							112	714	80	97	722	70	82	732	60	69	722	50	57	526	30
400				112	714	80	98	714	70	85	706	60	72	694	50	61	655	40	50	600	30
450	114	789	90	100	800	80	87	690	60	75	800	60	64	781	50	54	741	40	45	666	30
500	102	784	80	90	778	70	78	769	60	68	735	50	58	862	50	48	833	40	40	750	30
550	93	860	80	82	854	70	71	845	60	62	806	50	52	961	50	44	909	40	36	555	20
600	85	823	70	75	800	60	65	923	60	56	893	50	48	833	40	40	750	30	33	666	20
700	73	959	70	64	937	60	56	893	50	48	833	40	41	975	40	35	857	30	29	689	20
800	64	937	60	56	1071	60	49	1020	50	42	952	40	36	1111	40	31	967	30	25	800	20
900	57	1052	60	50	1000	50	44	909	40	38	1053	40	32	1250	40	27	1111	30	22	909	20
1000	51	980	50	45	1111	50	39	1026	40	34	1176	40	29	1034	30	24	833	20	20	1000	20
1100	46	1087	50	41	976	40	36	1111	40	31	968	30	26	1154	30	22	909	20	18	1111	20
1200	43	1163	50	38	1053	40	33	1212	40	28	1071	30	24	1250	30	20	1000	20	17	1176	20
1500	34	1176	40	30	1000	30	26	1153	30	23	1304	20	19	1053	20	16	1250	20			
2000	26	1153	30	23	869	20	20	1000	20	17	1176	20									
2500	20	1000	20	18	1111	20	16	1250	20												
3000	17	1176	20	15	1333	20															
4000																					
5000																					

*) U teškim lok. prilikama dozvoljava se L = 60 m (n = 522)

Dužina čistih međuprava (između prelaznih krivina)

Poluprečnik R (m)	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000
Najv. dozvolj. b[illegible] Vmax (km/h)	50	55	60	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	139
Čista međup[illegible]va „m"	15	20	20	20	30	30	40	40	50	50	50	60	60	80-100	80-100

Dužina među[illegible]ave „m" određuje se prema brzini a ne prema poluprečniku. N. pr.: za R = 700 uzima se „m" = 60 m, ako se vozi sa brzi[illegible]n 100 km/h. Ako se poluprečnik od 700 m nalazi na dionici pruge sa najvećom dozvoljenom brzinom od 60 km/h, dovoljno je „[illegible]" = 20 m.

Tablica elemenata krivina za uzane pruge 0·76

Nagib rampe 1 : n, gdje je $n \geqq 17 V_{max}$; dužina prelazne rampe $l \geqq 17 V_{max} h$

Brzina	Glavne pruge						Sporedne pruge			Najveća dozv. brzina V_{max}	Čista među prava
	I >40— 60 km/h			II 30—40 km/h			III 15— 25 km/h				
R	h	n	l	h	n	l	h	n	l		
60							40	375	15	24	10
70							,,	,,	,,	27	,,
80				40	500	20	30	500	,,	30	,,
90				45	667	30	,,	,,	,,	32	,,
100				50.	600	,,	25	600	,,	35	15
110				45	667	,,	20	500	10	,,	,,
120				,,	,,	,,	,,	,,	,,	38	,,
125	45	667	30	,,	,,	,,	,,	,,	,,	40	,,
150	,,	,,	,,	40	750	,,	15	—	—	43	20
175	40	750	,,	30	833	25	,,	—	—	45	,,
200	,,	,,	,,	,,	,,	,,	10	—	—	48	,,
225	,,	1000	40	25	1000	,,	,,	—	—	50	,,
250	35	1143	,,	,,	,,	,,	,,	—	—	52	,,
300	,,	,,	,,	20	1000	20	,,	—	—	55	,,
350	30	1000	30	15	1333	,,	5	—	—	,,	,,
400	25	1200	,,	,,	,,	,,	5	—	—	60	30
500	20	1500	,,	10	1000	10	—	—	—	,,	,,
600	15	1333	20	,,	,,	,,	—	—	—	,,	,,
800	10	2000	,,	5	—	—	—	—	—	,,	40
1000	,,	,,	,,	—	—	—	—	—	—	,,	,,

Tablica elemenata krivina za sporedne pruge normalnog kolosijeka

Nadvišenje $h = \frac{8V^2max}{R}$ u mm; nagib rampe 1:n gdje je n = ≡ 9 Vmax;
prelazna kriv. l ≡ 9 Vmax h

Vmax	60			55			50			45			40		
uspon ‰	0 — 12			12.1 — 20			20.1 — 22			22.1 — 25			25.1 — 30		
R (m)	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l	h	n	l
180										90	444	40	71	422	30
200							100	500	50	81	494	40	64	468	30
225				108	463	50	89	449	40	74	405	30	57	351	20
250	115	522	60	97	515	50	80	500	40	65	462	30	51	392	20
275	105	571	60	88	570	50	73	549	40	59	508	30	47	425	20
300	96	521	50	81	494	40	67	448	30	54	555	30	43	465	20
350	82	588	50	69	580	40	57	526	30	46	435	20	37	540	20
400	72	555	40	61	655	40	50	600	30	40	500	20	32	625	20
450	64	625	40	54	555	30	45	666	30	30	555	20	28	714	20
500	58	517	30	48	625	30	40	500	20	32	525	20	26	769	20
550	52	577	30	44	682	30	36	555	20	29	690	20	23	869	20
600	48	625	30	40	500	20	33	606	20	27	741	20	21	952	20
700	41	732	30	35	572	20	29	690	20	23	869	20	18	1111	20
800	36	555	20	31	645	20	25	800	20	20	1000	20	16	1250	20
900	32	525	20	27	741	20	22	909	20	18	1111	20			
1000	29	690	20	24	833	20	20	1000	20	16	1250	20			
1500	19	1053	20	16	1250	20									

Polupречnik R (m)	180	200	225	≡ 250
Najv. dozv. brz. V_{max} (km/k)	45	50	55	60
Čista međuprav. „m"*	10	10	15	20

* Navedene međuprave imaju se smatrati kao minimalne. Kod krivinal sa R ≡ 300 m preporučuju se, gdje god je to moguće, veće međuprave i to po tabici za glavne pruge II. reda; za R=300-350m, „m"=30 m; za R=400-450m, „m"= =40m; „m" za R ≡ 500m, „m"=50 m.

TABELARNI PREGLED

Utrošenog novca u dinarima za građenje željeznica u Ministarstvu Saobraćaja za vreme od 1920—21 do 1934—35 budžetske godine

Red. broj	NAZIV PRUGE	KM.	1920—21	1921—22	1922—23	1923—24	1924—25	1925—26	1926—27	1927—28	1928—29	1929—30	1930—31	1931—32	1932—33	1933—34	1934—35	Ukupno	Red. broj
			D i n a r a															Dinara	
	A. Normalni kolosjek																		
1	Vrhovine—Gračac	101	3,340.362	9.837,622	5,981,700	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	19,159.484	1
2	M. Krsna—Požarevac	17	2,162.447	3,947.210	4,387.479	3,930.702	487,546	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	12.000	4 966	— — —	— — —	— — —	14,482.350	2
3	Gračac—Knin	64	— — —	5,162.378	7,482.440	51,718 361	63.296.776	13,795·784	336.213	16.692.753	— — —	— — —	— — —	— — —	850	— — —	— — —	158,485.555	3
4	Topčider—M. Krsna	70	— — —	21,469.376	40,799.976	66,416 603	6,959.694	— — —	11.413.011	1,348.634	755,576	131,827	53.303	— — —	— — —	— — —	— — —	149,348.000	4
5	Niš—Knjaževac	69	3,489.867	29,999.083	— — —	— — —	2.700	— — —	— — —	7,008:135	14,000	8,030	204,304	— — —	— — —	— — —	— — —	40,767.119	5
6	B. Krupa—Bihać	33	1,101.045	29,999.996	— — —	6,157.492	2,150.936	1,817	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	22,939	— — —	40,434,225	6
7	Ormož—Mur. Subota	38	— — —	10,634.538	1,000,000	18,640 922	15,621.842	1,809.883	144.058	1,033.651	4,533,863	149,378	825.393	6,558	191.611	— — —	164.708	54,755.411	7
8	Veles—Štip	52	— — —	— — —	— — —	21,896 385	61,879.378	1,972.364	— — —	360.316	1,273,468	— — —	255.737	241	— — —	9,742	— — —	87,647.631	8
9	Titel (s mostom)—Orlovat	26	31,948	9,952.812	4,066,084	14,759 767	25,157.897	13,266.706	9,954.057	2,591.193	444,245	8 000	12,939	10.000	14,942	— — —	500.000	80,770,590	9
10	Doljevac—Prokuplje	23	— — —	— — —	= — —	333,062	6,261.699	20,965.969	199.105	2,972.815	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	30,732,650	10
11	Štip—Kočane	34	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	24.728,080	9,879.639	1,211.595	— — —	— — —	— — —	68,235	— — —	— — —	— — —	35,887,549	11
12	Slav. Rača—Sava	3	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	710,649	2,084.692	22,767	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	4,935	— — —	2,823.043	12
13	Bakar—Pristanište	12	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	606.869	4,482.478	9,140.402	5,676.180	6,415,887	134,956	— — —	40,980	— — —	26,497.752	13
14	Bitolj—Prilep	45	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	7,015.331	35,695.399	23,484,206	3,657.068	139.179	1,115	— — —	9.744	70,002.042	14
15	Kragujevac—Kraljevo	56	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	3,660.040	78,543 378	65,173.195	11,968,746	3,945,937	1,320,646	61,303	28,016	161.123	164,862,384	15
16	Kraljevo—Raška	68	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	8,135.932	14,788.838	137,693,727	32,959,805	15,436.192	2,700.632	816.609	204,495	312,736.230	16
17	Raška—K. Mitrovica	62	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	2,563.153	44,216.594	104,102,368	26,544,076	4,813 024	2,198	54,655	1,790.453	184,086 521	17
18	Rogatec—Krapina	21	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	495.583	5,830.815	17,971.262	8,028.835	3 516,509	520	104,808	4,117	1.200	35,953.649	18
19	Prokuplje—Kuršumlija	33	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	10,079,326	31,040.764	8,923.981	5.020,589	59,946	— — —	— — —	35,597	55,160.203	19
20	Beograd—Pančevo	22	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	401,574	31,032.000	40,100.000	71,304 264	20
21	Dunavski i Tamiški most		— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	53,828.620	53,828 620	53,828,620	53,828.620	53,828.620	53,828.620	53,828.620	— — —	376,800 340	21
22	Priština—Glogovci	27	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	769.374	— — —	5,124.833	12,877.448	7,138,521	1,631.489	389,606	20,653.819	22,719.174	71,533.574	22
23	Tunel Saranovo	2	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	14,066.894	1,219.171	5,503 348	995.471	1,695.736	23,430.620	23
24	Tunel Bela Reka	4	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	11,884.497	15,379.254	6,356.340	106,019	5.660	3,227.425	36,959.195	24
25	Požarevac—Kučevo	61	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	415.163	32,685.604	39,398.745	55,413.438	127.912.050	25
26	Veles—Prilep	86	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	9,358,033	100,107.010	101.150.017	210.615.060	26
27	Beograd—Resnik	15	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	245.545	23,055,308	23,000.000	46,300.853	27
28	Klenak—Šabac	4	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	1,900.132	1,892,935	3,793.067	28
29	Glogovci—Peć	60	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	20,900.900	20,034.000	37,000.000	77,934.000	29
		1137	10,125.469	120,553.015	63,717.679	183,853.294	182,818.468	77,251.253	39,542.641	203,719.829	284,001.059	378,765.843	173,836.840	85,445.246	126,495.808	291,992.758	289,066 045	2.611,185.311	
	B. Uski kolosjek 0.76																		
1	Užice—Vardište	69	3,029.946	14,999.996	29,981,142	99,876.722	63,488.690	8 215,887	3,639.660	7,894.337	1.878.130	— — —	552,008	356.932	— — —	— — —	2,765.823	236,679.273	1
2	B. Rača—Ugljevik	44	1,143,540	2,000 000	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	1,764.221	53,254	17,882	1,065	— — —	4,979.962	2
3	G. Milanovac—Ugrinovci	23	4,427,845	8,999.999	14,578,042	— — —	= — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	28,005.886	3
4	Paraćin—Stalać	21	— — —	4,999.982	— — —	140.961	— — —	759,189	— — —	— — —	18.750	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	5,918.882	4
5	Beograd—Obrenovac	41	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	2,697.280	30,989.865	31,805.259	19,462.492	4,035 517	1,479 220	1,085.402	374.779	— — —	1,402.704	93,332.518	5
6	Raštelica—Bradina (Ivan)	8	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	3,878.848	13,636.034	11,835.685	12,893.178	13,387.039	8,329,039	1,785.526	— — —	— — —	— — —	65,745.359	6
7	Klarija—Crnja	8	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	1,190.884	194 831	4,592	— — —	— — —	121.604	4.697	7,497	5 158	— — —	1,529.263	7
8	Uvaj—Priboj	5	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	215.915	5,128.270	7,209.107	954.396	52.855	592.836	— — —	15.075	— — —	14,168.454	8
9	Trebinje—Bileće	37	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	2,634,304	12,403.578	7,355.073	5,630.693	1,589,566	115.707	— — —	39.917	29,768.838	9
		256	8,601.331	30.999.977	44,559.184	100,017.683	63,488.690	16,742,088	48,676.305	59,302.457	53,865 235	25,732.025	17,929.640	5,468.213	515 865	21.298	4,208.444	480,128.435	
	V. Uski kolosjek 0,60																		
	Kičevo—Ohrid—Struga—Tamorunište i Bela Vodica—Prilep	215	3,574.057	— — —	1,196.211	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	4,770.268	
		215	3,574.057	— — —	1,196.211	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	4·770.268	
	G. Razni radovi																		
1	Magacin u Gružu		176.224	5,560.747	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	5,736.971	1
2	Žič. željez. Senjski Rudnik		879,670	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	879.670	2
3	Kolonija Min. saobraćaja		— — —	4,999.992	2,500.000	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	7,499.992	3
4	Subotica—Senta—Čoka		12,916	3,289.433	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	3,302.349	4
5	Pripremni radovi (trasir.)		560.270	3,232.366	901.511	1,794.946	2,906.699	2.022.641	4.336.355	7,081.011	15,423.728	3,794.812	146.412	2,369 294	1,461.294	4,522 251	1,200,054	51.753.244	5
6	Čačak trijangl u Ljubiću		— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	704.724	423.150	2,143.502	155.420	— — —	8.057	— — —	— — —	— — —	— — —	3,434.853	6
7	Slobodna zona u Solunu		— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	226 629	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	226,629	7
8	Želj. radionice u Kraljevu		— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	7,660.582	19,228.706	3,271.035	920.834	665	— — —	6,960	31.088.782	8
	SVEGA		1,629 080	17,082.538	3,401.511	1,794.946	2,906.699	2,727.365	4,986.134	9,224.513	23,239.730	23,023.018	3,425.604	3,290.128	1,461.959	4,522.251	1,207.014	103,922.490	
	D. Građenje duplog kolosjeka izvršenog od Gen. Direk.																		
1	Novska—Zemun	316	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	175,000.000	175,000.000	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	350,000.000	1
2	Lapovo—V. Plana	19	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	6,761,375	6,761 375	6,761.375	20,284.125	2
	SVEGA	325	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	175,000.000	175,000.000	— — —	— — —	— — —	6.761.375	6,761.375	6,761.375	370,284.125	
	SVEGA		23,929.937	168,635.530	112,874.585	285,565.923	249,213.857	96,720,706	93,205.080	447,246.862	636,106 024	427,520.886	195,192.084	94,203.587	135,235 007	303,297.682	301,242,878	3.570,290.627	

Din 194·—

33211